{BnF Gallica

# Revue générale de l'électricité : organe de l'Union des syndicats de l'électricité / directeur J. Blondin ; rédacteur en [...]

Source gallica.bnf.fr / Ville de Paris / Bibliothèque historique

{BnF Gallica

Union technique de l'électricité (France). Auteur du texte. Revue générale de l'électricité : organe de l'Union des syndicats de l'électricité / directeur J. Blondin ; rédacteur en chef Alfred Soulier. 1922-11-01.

**1/** Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

**2/** Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

**3/** Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

**4/** Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

**5/** Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

**6/** L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

**7/** Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter **utilisation.commerciale@bnf.fr**.

ÉRALE
ICITÉ
PÈRE
ER
4°
49
ARIS

Source gallica.bnf.fr / Ville de Paris / Bibliothèque historique

6e Année. NUMÉRO SPÉCIAL Novembre 1922

# REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

1775

1836

# AMPÈRE

## André-Marie

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).

Téléphone : Wagram 90-34 Compte de chèques postaux : Paris 239-86

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

*Ce Numéro ne peut être vendu.*

6e Année — NUMÉRO SPÉCIAL — Novembre 1922

# REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

1775

1836

# AMPÈRE

## André-Marie

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe)

Téléphone : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

# CONSEIL D'ADMINISTRATION
## de la Revue générale de l'Electricité

### PRÉSIDENT

CORDIER Gabriel. — Président d'honneur de l'Union des Syndicats de l'Electricité. Président de l'Union des Industries métallurgiques et minières.

### VICE-PRÉSIDENTS

LEGOUEZ Raynald. — Vice-président de la Chambre de Commerce de Paris. — Président de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

MEYER Ferdinand. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Président du Conseil d'Administration de la Compagnie continentale Edison.

### ADMINISTRATEURS

BIZET Paul. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Administrateur de la Compagnie générale d'Electricité.

BERTHELOT Daniel. — Membre de l'Institut. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. — Président du Conseil d'Administration de la Société d'Electricité de Paris.

BRYLINSKI Emile. — Président d'honneur et Délégué général du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique.

CAHEN Henri. — Président du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Administrateur délégué du Sud-Electrique.

DUVAL Charles. — Directeur des Services électriques de la Société générale d'Entreprises.

ESCHWEGE Paul. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Directeur de la Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité.

FONTAINE Eugène. — Vice-président du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique.

GIRARDEAU Emile. — Ancien élève de l'Ecole Polytechnique. — Administrateur, Directeur technique de la Société française Radio-Electrique.

LÉVI Lazare. — Administrateur, Directeur général de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. — Administrateur délégué de la Compagnie lorraine de Charbons, Lampes et Appareillage électriques.

MASSE René. — Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, ingénieur civil des Mines. — Vice-Président, Directeur de la Société d'Eclairage, Chauffage et Force motrice.

MAZEN Natalis. — Sous-directeur honoraire des Chemins de fer de l'Etat. — Professeur à l'Ecole supérieure d'Electricité.

MEYER Marcel. — Ancien Président du Syndicat professionnel des Industries électriques. — Directeur de la Compagnie générale des Travaux d'Eclairage et de Force (Etablissements Clémançon).

MICHEL Charles. — Directeur de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz.

PARÉ Marcel. — Ingénieur de la Société saint-quentinoise d'Éclairage, de Chauffage et de Force motrice. — Administrateur de la Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs.

PETIT Joseph. — Administrateur délégué de l'Omnium lyonnais de Chemins de fer et Tramways. — Administrateur de la Compagnie du Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris.

SAUREL Maurice. — Docteur en droit. — Administrateur délégué de la Compagnie des Lampes.

TICIER Armand. — Directeur de la Société d'Eclairage électrique de Bordeaux et du Midi.

### SECRÉTAIRE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

DURANGEL George. — Secrétaire général honoraire de l'Energie électrique du Littoral méditerranéen.

### COMMISSAIRES DES COMPTES

DIEUDONNÉ Jules. — Chef de la comptabilité des Tramways de Paris et du Département de la Seine.

ROSENFELD L. — Secrétaire du Conseil de la Compagnie de l'Air comprimé. — Membre de la Compagnie des Experts-comptables de Paris.

### DIRECTEUR

BLONDIN J. — Agrégé de l'Université.

A LA MÉMOIRE

de

André-Marie AMPÈRE

# PRÉFACE

Les années 1820 à 1825 marquent une période mémorable dans l'histoire du développement de l'électricité et de ses applications.

C'est, en effet, le 18 septembre 1820 que André-Marie Ampère, alors professeur suppléant d'astronomie à la Faculté des Sciences de Paris, présentait à l'Académie royale des Sciences le premier de ses nombreux mémoires dans lesquels, se basant sur les résultats de la célèbre expérience faite, quelques mois auparavant, par le physicien danois Jean Christian Œrsted, il établit les bases de la théorie de l'électromagnétisme et de l'électrodynamique. En 1821, il démontrait la justesse de ses conceptions par une retentissante vérification expérimentale. En 1822, il exposait, dans un ouvrage intitulé : « Recueil d'observations électrodynamiques », les principaux résultats des travaux qu'il avait effectués. Enfin, en 1825, il remettait à l'Académie royale des Sciences son magistral « Mémoire sur la théorie mathématique des phénomèues électrodynamiques, uniquement déduite de l'expérience » qui, malgré l'évolution de nos idées sur l'électricité, forme aujourd'hui encore le fondement de nos connaissances en électrodynamique.

Un siècle s'est écoulé depuis cette géniale découverte. Il a mis en évidence la fécondité prodigieuse des vues d'Ampère, aussi bien dans le domaine de la science théorique que dans celui de la science appliquée.

Il appartenait aux électriciens français de commémorer l'œuvre d'Ampère, œuvre admirable que, il y a déjà près de cinquante ans, l'illustre physicien anglais, Maxwell, n'hésitait pas à considérer comme « l'un des plus grands exploits de la science ».

Dès le début de 1920, la « Revue générale de l'Electricité » se préoccupait des moyens de rappeler aux générations nouvelles la grandeur de cette œuvre. Divers membres de son Comité de Rédaction voulurent bien, sur la demande de son Président, M. Blondel, membre de l'Institut, se charger d'écrire une série de notices destinées à être publiées dans un numéro spécial consacré aux travaux et à la vie d'Ampère. D'autre part, son Conseil d'Administration engageait des

pourparlers avec les principaux groupements électriques français tant scientifiques qu'industriels en vue de célébrer, avec toute l'ampleur qu'il convenait, le centenaire des découvertes de notre savant compatriote,

A la suite de ces démarches, un Comité de Patronage, dont M. Alexandre Millerand, Président de la République française, voulut bien accepter la présidence d'honneur, se constitua sous les auspices de l'Académie des Sciences et des autres groupements scientifiques et industriels. En même temps, était institué un Comité d'organisation qui, sous la présidence de M. Daniel Berthelot, membre de l'Innstitut, préparait le programme de la manifestation destinée à commémorer le centenaire des découvertes d'Ampère. Après accord avec M. le Président de la République, il fut convenu que cette manifestation aurait lieu dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne et que, les conséquences des découvertes d'Ampère ayant un intérêt mondial, on prierait les électriciens étrangers de vouloir bien s'y faire représenter. M. Mailloux, citoyen des Etats-Unis, président de la Commission électrotechnique internationale, fut unanimement désigné pour remplir cette mission. La manifestation eut lieu le 24 novembre 1921, sous la présidence de M. le Président de la République. Une médaille à l'effigie d'Ampère fut frappée à la Monnaie pour rappeler le souvenir de cette manifestation.

De son côté, l'Union des Syndicats de l'Electricité, à l'instigation de M. Raynald Legouëz, son président, demandait aux membres des syndicats affiliés à cette Union de collaborer à la manifestation en l'honneur d'Ampère en faisant connaître, par la publication de notices et de photographies sur les entreprises qu'ils dirigent, l'importance prise par l'industrie électrique française, cent ans après les découvertes fondamentales de l'illustre savant.

Le présent numéro de la « Revue générale de l'Electricité » est le résultat de ces efforts parallèles.

Dans la première partie se trouvent assemblées les notices dans lesquelles M. Appell, recteur de l'Académie de Paris ; MM. Brillouin, de Launay, membres de l'Institut ; M. Pérot, professur à l'Ecole Polytechnique ; M. Pomey, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes ; M. Boucherot, président du Syndicat des Ingénieurs électriciens français ; M. Gouy, membre de l'Institut, professeur à l'Université de Lyon, ont fait revivre l'œuvre d'Ampère ; une notice sur la vie d'Ampère et une autre sur la bibliographie de ses mémoires concernant l'électrodynamique viennent ensuite.

La seconde partie est consacrée à la reproduction des discours prononcés à la manifestation du 24 novembre 1921 par MM. Daniel Berthelot, P. Appell, P. Janet, R. Legouëz, P. Boucherot, représentants des groupements scientifiques, techniques et industriels, ayant patronné la manifestation ; par M. Mailloux, représentant des électriciens étrangers et par M. Le Trocquer, ministre des

Travaux publics ; elle se termine par l'allocution prononcée par M. le Président de la République, à la suite de ces discours.

Les notices destinées à indiquer l'état actuel de l'industrie électrique française forment la troisième partie de ce numéro. Elles sont divisées en trois séries se rapportant respectivement à la construction du matériel électrique, à la production et la distribution de l'énergie électrique, à l'électrométallurgie et l'électrochimie. En tête de chacune de ces séries se trouve une vue d'ensemble du développement pris en France par la branche correspondante de l'industrie électrique ; la première est due à M. Tribot-Laspière, secrétaire-général de l'Union des Syndicats de l'Electricité ; la seconde, à MM. Duval, directeur des services électriques de la Société générale d'Entreprises et Lavanchy, ingénieur de cette société ; la troisième, à M. Tochon, secrétaire de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques, de l'Electrométallurgie et de l'Electrochimie. Ces notices et les illustrations qui les accompagnent apportent un témoignage grandiose de l'activité des industries nées des découvertes d'Ampère ; elles constituent l'apothéose de l'œuvre du savant physicien et l'attestation vivante que les générations successives n'ont pas laissé péricliter l'héritage de leur illustre ancêtre.

La lecture de ces pages montrera combien peuvent être fécondes les conséquences d'expériences de laboratoire, même réalisées avec un matériel des plus modestes, lorsque leurs résultats sont logiquement interprétés. Puisse-t-elle inciter la nouvelle génération de savants et d'ingénieurs à donner à la recherche expérimentale une part de plus en plus grande dans leurs travaux. L'évolution actuelle des sciences physiques leur permet d'espérer que des découvertes des plus importantes sont encore possibles avec les moyens d'investigation que l'on trouve communément dans les laboratoires.

Une autre leçon se dégagera de cette lecture ; c'est que les appareils rudimentaires du modeste appartement de la rue des Fossés-Saint-Victor n'ont pu donner naissance à la puissante et grandiose machinerie électriqne de nos usines actuelles qu'à la suite de lentes et patientes recherches effectuées dans les laboratoires bien outillés. Au moment où nous magnifions le grand physicien qui n'avait dû compter que sur ses maigres ressources personnelles pour la mise au point de ses découvertes, souvenons-nous donc de la nécessité, proclamée à plusieurs reprises dans les discours reproduits ici, de fournir à nos chercheurs les moyens matériels les plus perfectionnés pour leur permettre de tirer de leurs recherches toutes les conséquences qui peuvent en découler.

J. Blondin,

Directeur de la « Revue générale de l'Electricité ».

# André-Marie AMPÈRE

---

22 janvier 1775 — 10 janvier 1836

---

1799 Mariage avec M^lle^ Julie Carron.

1801 Professeur de Chimie et de Physique à l'École centrale de l'Ain à Bourg.

1802 Premier mémoire : Considérations sur la théorie mathématique du Jeu.

1804 Professeur de Mathématiques et d'Astronomie au Lycée de Lyon.

1805 Répétiteur d'Analyse mathématique à l'École Polytechnique.

1806 Secrétaire du Bureau consultatif des Arts et Métiers.

1808 Inspecteur général de l'Université.

1809 Professeur d'Analyse mathématique et de Mécanique à l'École Polytechnique.

1814 Membre de l'Institut.

1819 Professeur de Philosophie à la Faculté des Lettres de Paris.

1820 20 Août, Professeur suppléant d'Astronomie à la Faculté des Sciences de Paris.

*4 Septembre, Arago fait part à l'Académie de la découverte d'Œrsted.*

*11 Septembre, Répétition par Arago de l'expérience d'Œrsted.*

18 Septembre, Mémoire relatif aux nouveaux phénomènes galvanico-magnétiques et explication de l'expérience d'Œrsted.

25 Septembre, Répétition devant l'Académie de l'expérience sur les phénomènes galvanico-magnétiques.

1822 Mémoire sur la détermination de la formule qui représente l'action mutuelle de deux portions infiniment petites de conducteurs voltaïques,

1824 Professeur de Physique générale expérimentale au Collège de France.

---

MEMBRE DE LA LÉGION D'HONNEUR

MEMBRE DES SOCIÉTÉS SAVANTES DE LONDRES ET D'ÉDIMBOURG,

DES ACADÉMIES DE BERLIN, DE STOCKHOLM, DE BRUXELLES, DE LISBONNE,

DES SOCIÉTÉS DE CAMBRIDGE, DE GENÈVE, ETC.

Institut Royal de France.

Acad.ie des Beaux Arts (Géométrie.)

**AMPERE,**

(André-Marie.)

*Membre de la Légion d'honneur, etc.*

*Né à Lyon le 22 Janvier 1775, élu en 1814.*

767 bis

Revue générale de l'électricité

A.-M. Ampère

(1775-1836)

1/2 chagrin
(même couleur de reliure
que pour la Revue
générale de l'électricité)

Tête : comme ci-dessus

Ne pas toucher aux tranches.
Conserver la couverture

Rueau

« Sénégal »

# L'ŒUVRE ET LA VIE
# D'AMPÈRE

Ville de Paris
1
1/2 chag même couleur que pour
les Revue de l'Electricité
Tpe G Cons la cour

# AMPÈRE

## Mathématicien.

---

On a dit avec raison que la civilisation moderne, en ce qu'elle a de matériel et de pratique, est scientifique et même électrique ; communications, transports, éclairage, force motrice, etc., tout est électrique ou du moins transmis et transformé par l'intermédiaire de l'électricité. C'est Ampère qui est le grand génie créateur d'où est sorti ce monde nouveau dont nous voyons seulement la genèse ; par un retour fatal, les découvertes d'Ampère auront un retentissement social immense ; elles aboutiront à une transformation morale de l'humanité entière, car, lorsque les agents naturels, les glaciers, les chutes d'eau, les fleuves, les vents, les marées, etc., auront été employés à faire marcher les machines de l'industrie et de l'agriculture, à faire circuler les trains et les tramways, à éclairer et à chauffer les usines et les habitations, les hommes, enfin soustraits au labeur incessant nécessité par la vie matérielle de chaque jour, pourront réfléchir, regarder le ciel, penser à leurs devoirs d'êtres humains et sociaux.

Dans le domaine de l'électricité, l'œuvre admirable d'Ampère, l'histoire de ses découvertes et de leur développement a été rappelée et décrite par de plus compétents que moi. Le Comité m'a demandé de caractériser l'œuvre d'Ampère comme mathématicien. Je l'en remercie et je vais tâcher de donner d'Ampère mathématicien l'idée la plus exacte possible.

Tout d'abord, le point essentiel est qu'Ampère a toujours considéré les mathématiques comme un instrument : il a toujours poursuivi l'utilisation des mathématiques en vue de ses recherches physiques. Il va de soi que le mot utilisation est entendu ici d'une façon très élevée ; il signifie qu'Ampère n'a jamais songé aux développements mathématiques pour eux-mêmes ; il s'est toujours attaqué à des problèmes qui étaient posés par les recherches physiques, dont la solution existait certainement, mais ne pouvait être obtenue avec précision que par les méthodes mathématiques. L'exemple le plus complet de cette tournure d'esprit nous est fourni par la fameuse formule dite d'Ampère et de Stokes qui transforme une intégrale double étendue à une surface courbe en une inté-

grale simple étendue au contour. Ampère, ayant besoin de cette transformation pour faire l'assimilation d'un feuillet magnétique à un courant électrique circulant sur le bord du feuillet, a établi la formule pour ce cas particulier et s'est ensuite déclaré satisfait. Mais la formule est plus générale du point de vue mathématique abstrait, comme l'a montré Stokes, en la donnant dans sa généralité, sous une forme que les calculs mêmes d'Ampère permettaient de prévoir. Un exemple analogue est fourni par la méthode qu'Ampère a suivie pour obtenir la surface des ondes.

Les recherches mathématiques d'Ampère peuvent se diviser en trois grandes classes :

I. Les recherches relatives aux applications des mathématiques, au calcul des probabilités, aux invariants différentiels, à la mécanique, à la réfraction, à l'électrodynamique.

II. Les recherches relatives aux équations aux dérivées partielles.

III. Les ouvrages d'enseignement.

I. Le premier en date des mémoires mathématiques d'Ampère est de l'an XI (1802). Il est intitulé : « Considérations sur la théorie mathématique du Jeu », par A.-M. Ampère, de l'Athénée de Lyon et de la Société d'Emulation et d'Agriculture de l'Ain, professeur de physique à l'Ecole centrale du même département. (A Lyon, chez les frères Perisse, Imprimeurs-Libraires, Grande-Rue-Mercière, n° 15.)

Pour caractériser l'objet de ce mémoire dans lequel se rencontrent beaucoup de formules se rapportant à l'analyse combinatoire, il suffit de citer Ampère lui-même :

« Plusieurs écrivains, parmi lesquels on doit distinguer le célèbre Dussaulx, ont eu recours à l'expérience pour prouver que la passion du jeu conduit ceux qui s'y livrent à une ruine inévitable. L'ensemble des faits qu'ils ont réunis suffit, sans doute, pour convaincre tout homme impartial ; mais les joueurs y font peu d'attention, parce qu'ils s'accoutument à ne voir que l'effet du hasard dans les événements les plus propres à leur faire connaître toute l'étendue des dangers où ils se précipitent. Ces évènements feraient peut-être plus d'impression sur leur esprit, si on leur démontrait qu'ils doivent les considérer comme une suite nécessaire de la combinaison des chances, et qu'ils ne peuvent éviter les mêmes malheurs qu'en cessant de s'y exposer. Tel fut, sans doute, le motif qui engagea l'illustre Buffon, cet auteur dont les erreurs mêmes portent l'empreinte du génie, à examiner cette question sous un point de vue purement mathématique dans son essai d'arithmétique morale. »

. . . . . .

« Je me suis décidé à ne faire entrer dans le calcul que les valeurs absolues des sommes jouées, comme on le fait constamment dans la théorie ordinaire des probabilités : j'ai trouvé avec cette manière des résultats assez différents de ceux

Monument d'Ampère à Lyon

de Buffon, mais sur lesquels je ne crois pas que les démonstrations suivantes puissent laisser le moindre doute. J'ai banni de ces démonstrations les méthodes d'induction, dont on fait, à ce qu'il semble, trop d'usage dans la théorie des probabilités et dans celle des séries ; le désir de n'employer que des preuves directes, m'a obligé d'avoir recours à des formules que je crois nouvelles et qu'on trouvera dans ce mémoire. »

Vient ensuite, dans l'ordre chronologique, un mémoire sur les avantages qu'on peut retirer, dans la théorie des courbes, de la considération des paraboles osculatrices, avec des réflexions sur les fonctions différentielles dont la valeur ne change pas lors de la transformation des axes. (Envoyé à l'Institut en frimaire an XII (décembre 1803), par A.-M. Ampère, professeur de mathématiques au Lycée de Lyon, actuellement répétiteur de mathématiques à l'Ecole Polytechnique.) Dans cette théorie, Ampère est, comme toujours, un précurseur : il se borne aux fonctions des coordonnées d'un point d'une courbe et des dérivées de l'ordonnée par rapport à l'abscisse qui sont laissées invariantes par un changement des axes de coordonnées. Telle est, par exemple, l'expression que donne le rayon de courbure en un point d'une courbe ou le paramètre de la parabole osculatrice, etc... Cette théorie devait être naturellement étendue aux fonctions du même genre qui restent inaltérées par une transformation projective : ces nouvelles fonctions ont été formées par Halphen, capitaine d'artillerie, répétiteur à l'Ecole Polytechnique, dans une thèse sur les invariants différentiels, soutenue en 1876.

Ampère devait être naturellement conduit à s'occuper de mécanique.

On sait quelle est, en mécanique rationnelle, l'importance du théorème du travail virtuel dont Lagrange a déduit les formules de sa mécanique analytique. Ce rôle fondamental devait attirer l'attention des géomètres et provoquer des démonstrations rigoureuses du théorème. Ampère donne une démonstration générale du principe des vitesses virtuelles dégagée de la considération des infiniment petits.

« Le principe des vitesses virtuelles, dit Ampère, qui sert de base à l'admirable ouvrage sur la mécanique analytique, fut considéré par son auteur comme un fait dont il ne se proposait alors que de développer toutes les conséquences ; on s'est occupé, depuis, de la démonstration générale de ce principe : M. Lagrange l'a ramené d'une manière très simple au principe de l'équilibre des moufles ; M. Carnot l'a suivi dans l'équilibre du levier. La démonstration de ce même principe a été déduite par M. Laplace de considérations plus générales, mais trop abstraites peut-être pour être mises facilement à la portée des commençants. Je me suis proposé de donner, autant qu'il me sera possible, la même généralité à une démonstration qui reposât uniquement sur la théorie de la composition et de la décomposition des forces appliquées à un même point et qui fût dégagée de la considération des quantités infiniment petites. »

La démonstration d'Ampère est devenue classique ; son intérêt est qu'elle est rigoureuse et générale ; son défaut est qu'elle est trop abstraite et qu'elle paraît s'appliquer seulement aux liaisons holonomes, c'est-à-dire aux liaisons exprimables par des équations en termes finis : au contraire, la démonstration la plus usuelle, dite démonstration de l'École Polytechnique, repose sur l'analyse des diverses liaisons parmi lesquelles peuvent figurer des liaisons non holonomes. La démonstration d'Ampère se rapporte d'abord au cas des liaisons complètes ; elle est ensuite étendue au cas général. Il est peut-être intéressant de rappeler à ce sujet que déjà Lagrange a considéré des liaisons non holonomes, comme on le verra dans la « Mécanique analytique » (Édition de Joseph Bertrand, t. II, page 194, note *).

Toujours dans l'ordre chronologique, nous rencontrons ensuite un mémoire sur quelques nouvelles propriétés des axes permanents de rotation des corps et des plans directeurs de ces axes, mémoire qui a été lu à l'Académie royale des Sciences le 18 juin 1821. Dans ce mémoire, Ampère désigne, sous le nom d'axes permanents de rotation d'un corps solide, les lignes droites invariablement liées au corps et possédant la propriété suivante : on peut, sur la droite, déterminer un point tel, qu'en le supposant fixe et en faisant tourner le corps autour de cette droite, le mouvement se continue indéfiniment sans que les forces centrifuges qui en résultent tendent à déplacer le centre de rotation. Il nomme centre de rotation d'un axe permanent le point ainsi déterminé sur cet axe, et il dit qu'une droite est axe permanent relativement à un point quand ce point est son centre de rotation. Il appelle plans directeurs des axes permanents de rotation ou plus simplement plans directeurs, les plans situés dans un corps ou hors de ce corps, de manière qu'on puisse y déterminer un point tel que toutes les lignes menées par ce point dans le plan soient les axes permanents, en quelque point de la longueur de ces axes que soient d'ailleurs placés leurs centres de rotation. Il nomme centre de convergence d'un plan directeur le point ainsi déterminé sur ce plan.

Le mémoire suivant, lu à l'Académie le 26 floréal an XI, est intitulé : « Recherches sur l'application des formules générales du calcul des variations aux problèmes de la Mécanique ». Voici l'analyse du mémoire de la plume même d'Ampère :

« L'immortel auteur de la « Mécanique analytique », après avoir montré comment on peut appliquer aux corps solides ou fluides d'un volume fini la formule qu'il a nommée équation générale de l'équilibre, observe (part. I, sect. 4, art. 16) que cette équation, lorsqu'on y substitue, à la place des différentes variations qu'elle contient, leurs valeurs en fonctions des coordonnées qu'on a choisies et de leurs variations telles qu'elles résultent des circonstances particulières à chaque problème, prend toujours une forme analogue à celle des équations que le calcul des variations fournit pour la détermination des maxima et minima des formules intégrales. Frappé de cette analogie, je crus d'abord

qu'on pouvait appliquer immédiatement, à l'équation générale de l'équilibre, les formules dont Lagrange partage avec Euler la gloire d'avoir enrichi le calcul des variations et qui, conduisant directement aux résultats qu'on obtiendrait de l'intégration par parties, dispensent de recourir sans cesse à cette fastidieuse opération qui revient dans tous les problèmes de mécanique, lorsqu'on suit exactement dans leurs solutions la méthode donnée dans l'ouvrage que je viens de citer. Les difficultés que me présenta cette application qui m'avait d'abord semblé si facile, en me faisant voir que l'analyse sur laquelle elle était fondée n'était pas aussi complète que je l'avais cru, me conduisirent aux résultats qui font l'objet de ce mémoire.

« Ils se trouvent naturellement divisés en deux paragraphes. Dans le premier, j'examine les différences qui se trouvent dans la marche du calcul, lorsqu'on résout par la méthode des variations des problèmes purement géométriques, et lorsqu'on l'applique à la solution des questions de mécanique; je remonte à la cause de ces différences, et je donne une idée des modifications qu'elles obligent d'apporter aux formules ordinaires pour les rendre applicables à la solution de cette dernière sorte de question. Dans le second, je démontre, par le calcul, la vérité des principes que je viens de poser ; j'en déduis les formules qu'il convient, dans le cas que j'examine, de substituer à celles qu'on trouve dans la « Mécanique analytique » pour éviter le travail des intégrations par parties et je parviens à quelques résultats généraux que ceux qui s'occupent de cette partie de l'analyse mathématique ne verront peut-être pas sans intérêt. Pour donner un exemple de ces formules, je les applique au cas où un fil inextensible, dont toutes les parties sont supposées également pesantes, est suspendu par ses deux extrémités. Conduit par là à l'équation connue de la courbe qu'on trouve indiquée dans tous les traités de mécanique sous le nom de chaînette, je déduis de cette équation quelques propriétés très singulières de cette courbe et de sa développante, propriétés qui sont peut-être connues depuis longtemps, mais dont je n'ai trouvé aucune trace dans les ouvrages que j'ai parcourus. »

Le problème fondamental de la dynamique, déterminé par le mouvement d'un point matériel produit par une force donnée, a de tout temps préoccupé les géomètres. Ampère, en 1826, à l'occasion des leçons qu'il professait au Collège de France sur la dynamique, a composé un mémoire sur les équations générales du mouvement, publié dans le *Journal de Mathématiques*. Ces équations, qui expriment analytiquement la formule

$$F = m\,J,$$

sont admises par tous les géomètres, et le principe qui les contient est connu sous le nom de principe des forces accélératrices. « Mais, dit Ampère, si l'on s'accorde généralement à en reconnaître l'exactitude, on est au contraire loin de s'entendre sur la manière dont on doit les démontrer, puisque les uns regardent, avec Laplace, le principe des forces accélératrices comme déduit d'un résultat d'expérience, tandis que d'autres, au contraire, parmi lesquels figure Euler, ont

essayé d'en établir la vérité à priori. Cette dissidence entre les premiers géomètres indique assez les difficultés du sujet. »

Ampère, pour établir le principe des forces accélératrices, détermine la direction et l'intensité de la force produite par l'inertie. Il indique que l'idée fondamentale de son mémoire lui est connue depuis plus de vingt ans. Il se trouve contraint d'admettre quelque chose du principe des mouvements relatifs de Laplace, mais il croit n'avoir conservé de ce principe que ce qui est d'une évidence manifeste ; à peu près comme pour démontrer le parallélogramme des forces, on part du cas très simple où, les forces étant de même grandeur, la direction de la résultante est connue à priori.

Les anciens géomètres avaient l'usage de ramener les phénomènes de la réfraction ordinaire et ceux de la réfraction extraordinaire au principe de la moindre action. Laplace notamment a fait voir, au moyen de ce principe, que les problèmes de réfraction se réduisent à de simples questions d'analyse, dès que l'observation a fait connaître la vitesse que prend la lumière dans chaque milieu, qu'elle dépende ou non de la direction du rayon lumineux.

Ampère a donné la démonstration d'un théorème d'où l'on peut déduire toutes les lois de la réfraction ordinaire et extraordinaire. Dans un mémoire lu à l'Institut le 27 mars 1815, il démontre, en général, l'identité du principe de la moindre action et d'une construction analogue à celle que Huyghens a donnée pour le cas où le rayon passe d'un espace vide dans un milieu où la loi de la réfraction extraordinaire ne dépend que d'un seul angle. Il montre que, pour traiter le cas le plus général, il suffit d'admettre que la vitesse dépend de deux angles : la simplicité de la démonstration qu'il donne résulte du choix des deux variables considérées comme indépendantes.

En 1826, André-Marie Ampère a publié un mémoire d'une importance capitale, intitulé : « Théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques uniquement déduite de l'expérience ». Ce mémoire a été réédité en 1883, à la Librairie scientifique Hermann, 8, rue de la Sorbonne. La méthode suivie par Ampère est celle même de Newton : observer d'abord les faits, en varier les circonstances autant qu'il est possible, accompagner ce premier travail de mesures précises pour en déduire des lois générales, uniquement fondées sur l'expérience, et déduire de ces lois, indépendamment de toute hypothèse sur la nature des forces qui produisent les phénomènes, la valeur mathématique de ces forces. Ampère, sans faire aucune recherche sur la cause même des phénomènes électrodynamiques, a consulté uniquement l'expérience pour en déduire la formule qui peut seule représenter les forces élémentaires auxquelles ils sont dus.

Guidé par les principes de la philosophie newtonienne, Ampère a ramené le phénomène de M. Œrsted à des forces agissant suivant la droite qui joint les deux particules entre lesquelles elles s'exercent ; il calcule, d'après cette formule, les forces qui en résultent entre des particules magnétiques et celles d'un conducteur ou d'un autre aimant, et il montre que les résultats du calcul sont

complètement vérifiés : 1° par les expériences qu'il a faites et par celles qu'on doit à Pouillet, sur la détermination précise des situations où il faut que se trouve un conducteur mobile, pour qu'il reste en équilibre lorsqu'il est soumis à l'action, soit d'un autre conducteur, soit d'un aimant ; 2° par l'accord de ses résultats avec les lois que Coulomb et Biot ont déduites de leurs expériences, le premier relativement à l'action mutuelle de deux aimants, le second à celle d'un aimant et d'un fil conducteur. L'avantage des formules qui sont ainsi conclues de quelques faits généraux est de rester indépendantes, tant des hypothèses dont leurs auteurs ont pu s'aider dans la recherche de ces formules que de celles qui peuvent leur être substituées dans la suite. Quelle que soit la cause physique à laquelle on veuille rapporter les phénomènes produits par l'action électrodynamique, la formule obtenue par Ampère restera toujours l'expression des faits.

C'est dans ce beau mémoire que se trouve établie (page 145 de la 2e édition) la formule fondamentale généralisée par Stockes, donnant l'action qui résulte des attractions et des répulsions des deux fluides magnétiques répandus et fixés sur deux assemblages de surfaces exprimées par des intégrales simples prises le long des contours terminant ces surfaces. Le mémoire se termine par des notes contenant quelques nouveaux développements sur les objets qui y sont traités. Dans cette déduction, Ampère a été véritablement un créateur : il a imaginé et mené à bonne fin une méthode de calcul basée sur les résultats de l'expérience, méthode qui a été appliquée dans d'autres théories, mais dont la conception et l'application féconde sont dues à son génie.

II. Dans le domaine des mathématiques pures, Ampère a publié des mémoires fondamentaux sur les équations aux dérivées partielles. Les conséquences de ses beaux travaux sont loin d'être épuisées, et l'on verra, aussi bien dans le traité de Géométrie supérieure de Darboux que dans les Leçons sur les équations aux dérivées partielles de M. Goursat, quels sont l'importance, le développement et la profondeur des idées d'Ampère.

Dans un premier mémoire, lu à l'Institut le 11 juillet 1814 et inséré au 17e cahier du Journal de l'Ecole royale polytechnique, Ampère développe des considérations générales sur les intégrales des équations aux différentielles partielles. Dans un deuxième mémoire, inséré au 18e cahier du Journal de l'Ecole royale polytechnique, Ampère donne l'application de la théorie précédemment exposée à l'intégration des équations aux différentielles partielles du premier et du second ordre.

Dès le début de sa théorie, Ampère donne une définition restée classique de l'intégrale générale d'une équation aux dérivées partielles. « Pour que les intégrales puissent être générales, dit-il, il faut qu'elles contiennent des quantités arbitraires, afin qu'après les avoir éliminées entre l'intégrale et ses dérivées à l'infini, il ne reste que les relations exprimées par l'équation donnée et par ses

dérivées. » Sans doute, il est le plus souvent impossible de trouver l'intégrale des équations aux dérivées partielles, aussi a-t-on substitué peu à peu, surtout sous l'influence des travaux de Fourier, de Cauchy, de Riemann et de leurs élèves, à la recherche de l'intégrale, l'étude des propriétés des intégrales particulières satisfaisant à des conditions aux limites données.

La plupart des problèmes qu'on a traités jusqu'ici dans ce sens se ramènent à deux types. Etant donnée une solution

$$z = \mathrm{f}\,(x, y),$$

on peut considérer cette équation comme représentant une surface. Le premier système de conditions aux limites, ou système de Cauchy, consiste à donner une courbe par laquelle doit passer la surface et la loi des plans tangents le long de cette courbe. Un autre système de conditions consiste à donner une courbe fermée, par laquelle doit passer la surface, avec cette hypothèse que la surface forme une nappe continue à l'intérieur de la courbe. En étudiant cette question pour les équations linéaires en $r$, $s$, $t$, $rt - s^2$, on est conduit à la notion fondamentale des multiplicités caractéristiques qui est la base même des travaux de Monge et d'Ampère. La méthode d'Ampère est plus générale que celle de Monge, quoiqu'elle conduise aux mèmes calculs, lorsque celle de Monge peut être appliquée; mais la méthode d'Ampère s'applique à des équations que la méthode de Monge ne permettrait pas d'intégrer. Dans les deux dernières parties de son mémoire, Ampère montre que, lorsque les équations de l'un ou de l'autre de ces systèmes de caractéristiques ou des deux systèmes à la fois, présentent une seule combinaison intégrable, on peut ramener l'équation proposée à une équation dans laquelle figurent au plus deux dérivées du second ordre. Dans cette partie de son mémoire, Ampère entre très profondément dans l'étude du problème : il se montre un précurseur génial, il emploie des transformations générales qu'on a appelées, depuis, des transformations de contact. Il est donc le véritable fondateur de cette dernière théorie, dont il a développé les principes un demi-siècle avant les travaux de l'illustre mathématicien norvégien Sophus Lie.

Ampère, en partant de considérations à priori sur la forme des intégrales, distingue entre les deux espèces de caractéristiques, celles du premier et celles du second ordre. A la théorie des caractéristiques du premier ordre se rattache la recherche des intégrales intermédiaires. On verra, dans l'ouvrage de M. Goursat (Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes, chapitre II), quelle est l'importance capitale des recherches d'Ampère, pour la théorie moderne des équations aux dérivées partielles.

III. Il faut considérer, comme ouvrage d'enseignement, tout d'abord, un mémoire publié dans le 13$^{e}$ cahier du Journal de l'Ecole Polytechnique en 1806 et intitulé : « Recherches sur quelques points de la théorie des fonctions déri-

vées » qui conduit à une nouvelle démonstration de la série de Taylor et à l'expression finie des termes qu'on néglige lorsqu'on arrête cette série à un terme quelconque. On sait quelles sont les difficultés d'application de la formule de Taylor, quand on reste dans le domaine des variables réelles. On connaît l'importance fondamentale que présentent les formules exprimant le reste de la série. Lagrange a donné une expression classique pour ce reste ; dans le mémoire actuel, Ampère en donne une autre : les limites, auxquelles il est conduit, sont précisément celles qu'a données Lagrange.

Comme autre ouvrage d'enseignement, il est bien intéressant de remarquer qu'Ampère a composé un précis de calcul différentiel et de calcul intégral. Il y expose la nature des différentes espèces de fonctions, des signes à l'aide desquels on peut les représenter. Il étudie les différents cas où une fonction d'une variable peut se présenter sous la forme indéterminée $\frac{0}{0}$. Il s'occupe de la continuité des fonctions. Il étudie minutieusement le rapport $\frac{f(X) - f(x)}{X - x}$ et il est conduit ainsi à un théorème très voisin de celui qu'on appelle théorème des accroissements finis. Il introduit ensuite les différentielles qu'il définit en physicien. Puis il s'occupe de la différentiation des fonctions de fonctions, des fonctions de plusieurs variables, des fonctions implicites, des dérivées et des différentielles d'ordre supérieur, etc.

Nous venons de donner un aperçu sommaire de l'ensemble de l'œuvre mathématique d'Ampère. Cette œuvre, même sans les immortels travaux d'Ampère qui le constituent comme le fondateur de l'électrodynamique, serait, à elle seule, de nature à placer Ampère au premier rang parmi les mathématiciens qui ont créé les mathématiques modernes et à l'égaler aux plus illustres d'entre eux, aux Laplace, aux Lagrange, aux Monge, aux Hermite, aux Poincaré, etc.

P. Appell,
Membre de l'Institut.

# AMPÈRE

## Professeur au Collège de France

---

Ampère a appartenu au Collège de France, comme professeur de physique expérimentale, pendant douze ans, de 1824 à 1836, c'est-à-dire jusqu'à sa mort. Parmi tant d'hommes éminents, qui se sont succédé dans cette chaire, Ampère nous apparaît actuellement comme étant sans conteste le seul véritablement génial. En 1824, Ampère avait déjà publié tout l'essentiel de ses découvertes électromagnétiques et électrodynamiques : expériences incontestables et théorie aussi exacte qu'imprévue (1). On pourrait donc croire que l'élection d'Ampère dut se faire, pour ainsi dire, par acclamation! Point du tout! Sachant que Fresnel était aussi sur les rangs, — non moins génial, non moins illustre, — nous nous figurerons peut-être que : « les votes se sont partagés d'abord; car le choix était vraiment difficile! » Pas davantage. Ni Ampère, ni Fresnel ne sont trouvés vraiment en ligne à la première séance de présentation par l'Assemblée des professeurs du Collège de France, le 11 avril 1824. Tant il est difficile, aux contemporains, de distinguer le génie du talent!

La situation était d'ailleurs assez compliquée et il est bien difficile aujourd'hui de savoir quelles considérations extra-scientifiques ont pu jouer un rôle dans cette circonstance. Ce n'est, ni par la mort du titulaire, ni par sa retraite, mais par sa révocation, que la chaire de physique expérimentale devenait vacante! Le professeur de physique expérimentale était Lefèvre-Gineau, le merveilleux expérimentateur qui avait établi, avec la collaboration de Fabroni, l'étalon du kilogramme conforme à sa définition dans le système

(1) Voir les deux volumes de *Mémoires sur l'Electrodynamique* publiés par la Société française de Physique en 1885 et 1887, chez Gauthier-Villars, par les soins de Joubert, et, nous pouvons bien le dire aujourd'hui, aux frais d'un bienfaiteur fidèle de la Société : « un généreux anonyme », Worms de Romilly.

métrique. D'abord professeur de mécanique (1786), il avait changé de chaire en 1804 et avait été nommé administrateur le 1er vendémiaire an IX (1). Membre du Corps législatif, de l'opposition en 1814, membre de la Chambre des Représentants pendant les Cent-Jours, réélu à la Chambre des Députés sous Louis XVIII, Lefèvre-Gineau siégeait à gauche et appartenait à l'opposition avancée, mais il prenait rarement part aux débats.

Lefèvre-Gineau n'était pas *persona grata* au Ministère de l'Intérieur, et l'Instruction publique n'était alors qu'une annexe du Ministère de l'Intérieur. Lefèvre-Gineau était aussi depuis longtemps Inspecteur général des Études. Sous je ne sais quel prétexte, le sous-secrétaire d'État à l'Intérieur, Corbière, révoqua Lefèvre-Gineau de ses fonctions et nomma administrateur Sylvestre de Sacy par décret du 30 décembre 1823. Par ce même décret, communiqué à l'Assemblée des Professeurs le dimanche 11 janvier 1825, il était dit qu'un professeur de physique expérimentale serait nommé dans la forme ordinaire (2). Lefèvre-Gineau fit savoir qu'il n'avait pas l'intention de réclamer; il transmit ses documents administratifs à son successeur qui lui en donna décharge. (*Dél. C. F.*, p. 4 et 5).

Les principales chaires scientifiques étaient alors occupées par

Binet (astronomie, nommé en 1823).
Biot (physique mathématique, 1801).
Cuvier (histoire naturelle, 1800).
Lacroix (mathématiques, 1815).
Laennec (médecine, 1822).
Portal (anatomie, 1769).
Thénard (chimie, 1804).

Comme toujours, les chaires de langues orientales, mortes ou vivantes, de philosophie, de droit des gens, etc., étaient à peu près deux fois plus nombreuses que les chaires de sciences.

L'élection vint trois mois après, à la séance du 11 avril 1824; tous les professeurs scientifiques étaient présents; en tout 18 votants.

Les candidats étaient (*Dél. C. F.*, p. 6).

Ampère (1775), de l'Institut, inspecteur général de l'Université, professeur à l'Ecole polytechnique.

Beudant (1787), professeur de minéralogie à la Faculté des Sciences.

Despretz (1792), agrégé de l'Université, chargé du cours de physique au Collège royal Henri IV.

Fresnel (1788), ingénieur des Ponts et Chaussées, Membre de l'Institut.

(1) A. Lefranc. *Histoire du Collège de France*, p. 306.

(2) Tous les renseignements inédits de cet article sont tirés du registre des Délibérations du Collège de France.

Pelletan (fils) (1782), professeur de physique à la Faculté de Médecine.

Pouillet (1790), professeur de sciences physiques au Collège royal de Bourbon.

Après une discussion dont nous ne savons rien, pas même quels furent les professeurs qui prirent la parole, le vote fut renvoyé au 25 avril. En voici les résultats.

| | 1er TOUR | 2e TOUR | BALLOTAGE |
|---|---|---|---|
| | — | — | — |
| Ampère..... | 3 | 1 | » |
| Beudant..... | 8 | 9 | 9 |
| Fresnel..... | 2 | 1 | » |
| Pouillet..... | 4 | 6 | 7 |
| Bulletins blancs..... | 1 | 1 | 2 |

L'Académie des Sciences, consultée par le Ministre de l'Intérieur, présenta Fresnel seul à une énorme majorité le 24 mai, pour la chaire de physique expérimentale du Collège de France; la section de physique avait proposé, *ex æquo*, Ampère et Fresnel, et Ampère avait demandé à ses amis de soutenir Fresnel.

Alors Beudant annonça qu'il n'accepterait pas, et l'Assemblée du Collège de France convoquée à nouveau le 11 juillet émit le vote suivant :

| | |
|---|---|
| Ampère..... | 11 |
| Pouillet..... | 5 |
| Fresnel..... | 2 |
| Becquerel..... | 1 |

L'Académie ne parait pas avoir été consultée à nouveau. Ampère fut enfin nommé, par ordonnance royale du 20 août 1824.

L'état détaillé de la collection de physique fut remis par Lefèvre-Gineau, et contrôlé par Ampère et Sylvestre de Sacy.

Voilà Ampère professeur au Collège de France. Quelles charges d'enseignement assume-t-il?

D'après le règlement de 1825 (*Dél. C. F.*, p. 16 et 37) chaque professeur doit faire trois leçons par semaine du 20 novembre au 20 juillet, sauf une interruption de deux ou trois semaines entre les deux semestres. La charge parut sans doute lourde, car, en se conformant à un des articles du règlement, un professeur d'abord, puis deux, puis plusieurs, obtinrent de l'Assemblée, de ne faire que deux leçons par semaine, en donnant des raisons que l'on s'abstenait systématiquement de mentionner au procès-verbal. Ampère ne paraît jamais

avoir usé de cette faculté. Bien que jeune encore, 49 ans à sa nomination, il fut souvent malade et dut se faire remplacer ou suppléer à plusieurs reprises.

On ne voit pourtant pas très bien comment il pouvait concilier un enseignement aussi absorbant avec ses fonctions d'Inspecteur général de l'Université qu'il conserva (1) jusqu'à sa mort.

Le 16 juillet 1826, Ampère avait demandé et obtenu de l'Assemblée des professeurs, la nomination d'un préparateur; c'était son collègue à l'Académie des Sciences, Savart; le traitement de préparateur était de six cents francs par an, du moins en 1832 (*Dél. C. F.*, p. 96 et 98). A la même époque, le traitement de professeur titulaire était de 5 000 francs (2). (*Dél. C. F.*, p. 139).

En 1829-1830, Ampère, malade à Hyères, se fit suppléer par Savart; en 1832-1833 c'est encore Savart qui supplée Ampère pendant le premier semestre, et Becquerel pendant le second. Ensuite, les travaux de reconstruction entrepris depuis quelques mois ne permirent plus de faire le cours. En 1833-1834, l'amphithéâtre de physique était inutilisable; en 1834-35, l'architecte, dont les travaux n'avançaient pas, et dont les plans n'étaient pas soumis à l'Administrateur, n'avait laissé disponibles pour tout l'enseignement qu'une salle de cours et un amphithéâtre; les cours expérimentaux furent interrompus. A la fin de 1835, on ne pouvait toujours pas faire communiquer le cabinet de Physique avec l'amphithéâtre et l'escalier d'arrivée des auditeurs n'était pas fait.

Quand Ampère mourut, en 1836, l'aménagement de l'amphithéâtre n'était pas encore terminé et Savart, qui succéda à Ampère comme professeur (sans concurrent), dut y faire des transformations. Cela lui fut possible, grâce à un virement de fonds approuvé par l'Assemblée (*Dél. C. F.*, p. 145) et accepté par le Ministère de l'*Instruction publique* (créé le 11 octobre 1832). Ampère avait en effet obtenu — la même année 1836 évidemment — un crédit de 12 000 francs pour la construction d'un appareil, qui ne parut pas indispensable à son successeur. Nous ignorons absolument quel appareil Ampère voulait construire avec cet important crédit.

Quant aux crédits pour le travail courant des professeurs, je suppose qu'ils étaient compris dans les 13 156 francs qui, depuis 1832, figuraient pour « dépenses variables » au budget du Collège et que l'assemblée trouvait bien insuffisants en 1836 (*Dél. C. F.*, p. 139). Les laboratoires de recherches n'étaient certainement pas vastes. Plusieurs professeurs étaient logés; Biot, l'un des plus anciens, occupa après la reconstruction à peu près l'appartement

(1) Arago. *Notices biographiques*, t. II, p. 109 et suivantes, et Sainte-Beuve. *Revue des Deux Mondes*, 15 février 1837.

(2) Sous Napoléon Ier, les traitements étaient de 6 000 francs. Après les Cent Jours, la Restauration les avaient réduits à 5 000 francs. Sous le second Empire, le ministre de l'Instruction publique avait proposé 10 000 francs (qui ne furent obtenus que vers 1880), mais la Chambre des Députés n'accorda que 7 500 francs (*Dél. C. F.*, 7 avril 1860).

actuel de l'Administrateur; il parvint à y adjoindre deux petites pièces sous les combles pour ses expériences d'optique (*Dél. C. F.*, p, 127) (actuellement tout en haut de l'annexe de la bibliothèque).

« L'assemblée arrête que M. l'Administrateur devra de nouveau réclamer la libre disposition des chambres dont il s'agit, non pas dans l'intérêt particulier de M. Biot, mais dans l'intérêt du Collège et des Sciences, qu'il ne s'agit pas seulement d'enseigner, mais auxquelles on doit incessamment tendre à faire faire des progrès; il devra faire sentir que, dans ce but, il convient qu'il y ait toujours, dans un établissement tel que le Collège de France, quelques pièces qu'on puisse consacrer à des expériences de différente nature et que l'Assemblée puisse mettre à la disposition de tel ou tel de MM. les professeurs de sciences expérimentales, sur leur demande et selon les circonstances.

» Les chambres dont il s'agit sont, par leur position, singulièrement propres aux expériences d'optique et cette considération est trop puissante pour que l'Assemblée de MM. les professeurs n'insiste pas sur cette demande. Ils doivent même désirer qu'il soit encore ménagé, dans les dispositions qui restent à faire, quelques autres pièces destinées à un semblable usage » (15 novembre 1835).

Binet, le professeur d'astronomie, avait vu disparaître un « observatoire » et réclamait qu'on lui fournit l'équivalent, pour l'enseignement (*Dél. C. F.*, p. 118). Sous Louis-Philippe, en 1832, on interdisait à Magendie dissections et vivisections. (*Dél. C. F.*, p. 82). L'architecte supprimait des logements, pour faire de belles salles de collections de chimie, que Thénard déclarait tout à fait inutiles pour l'enseignement. (*Dél. C. F.*, p. 122) (1834).

C'est probablement de cette époque que datent l'amphithéâtre actuel et le vaste emplacement réservé aux collections de Physique au premier étage; mais je doute qu'Ampère et Savart aient joui de l'emplacement occupé au même étage au fond de la cour d'honneur par le laboratoire, depuis Regnault.

Ainsi, pendant les douze années qu'Ampère appartint au Collège de France, il fut suppléé au moins deux fois, et l'état des reconstructions rendit l'enseignement impraticable deux années, à ce qu'il semble. Quel enseignement donna-t-il les huit autres années? Les affiches de cette période n'ont pu être retrouvées, et presque tout document fait défaut. Voici tout ce que nous avons pu découvrir.

**2e Semestre 1828.** — M. Ampère continuera la partie de son cours qui est relative *aux forces et aux mouvements moléculaires;* il traitera d'abord de la *Chaleur* et de la *Lumière*. Il montrera comment tous les phénomènes qui s'y rapportent s'expliquent avec la plus grande facilité lorsqu'on les considère comme produits par des *mouvements vibratoires*, quels sont ceux dont on ne peut rendre raison dans aucune hypothèse, et en quoi consiste la différence entre les mouvements auxquels sont dus les phénomènes de la *Chaleur* et ceux de la *Lumière*. Il s'occupera ensuite de l'*Electricité moléculaire* et terminera son cours par l'*application de toutes les parties de la Physique à l'explication des phénomènes généraux de notre globe, ou de la météorologie.*

Leçons consacrées aux expériences les lundis et vendredis. Leçons purement théoriques, les mercredis.

Pour cette année 1827-1828, c'est donc toute la Physique, y compris la Physique du globe, qu'Ampère se proposait de développer devant son auditoire, en 80 ou 90 *leçons* (à raison de trois par semaine de fin novembre à fin juillet).

Ce qui distinguait ce cours du Collège de France d'un cours de la Faculté, c'est vraisemblablement la liberté que s'accordait le professeur de s'écarter des explications généralement acceptées et classiques, et d'exposer surtout ses vues personnelles sur la constitution des corps et la nature de la Chaleur et de la Lumière (1).

Il est probable que le programme de l'année précédente n'était pas très différent.

C'est évidemment en préparant ces leçons de 1828, qu'Ampère réussit à obtenir l'équation de la surface d'onde des biaxes, sans supposer à l'avance, comme avait fait Fresnel, que cette surface est seulement du 4e degré. C'est, en effet, le 26 août 1828 qu'Ampère lut à l'Académie des Sciences le *Mémoire sur la détermination de la surface courbe des ondes lumineuses, dans un milieu dont l'élasticité est différente suivant tes trois dimensions.*

A la fin de 1830, une importante collection de minéralogie provenant du comte de Bournon, acquise par Louis XVIII, fut donnée au Collège de France, et la question de l'utilité d'une chaire de *Géologie* et *Minéralogie* au Collège de France fut discutée par une commission ayant Ampère comme rapporteur. Les archives du Collège, pour le 24 octobre 1830, contiennent le long et intéressant rapport d'Ampère, très fortement motivé, en faveur de la création d'une telle chaire.

C'est seulement sept ans plus tard que la chaire fut créée pour Elie de Beaumont, sous le nom d'*Histoire naturelle des corps inorganiques.*

Le cours de 1832, dont nous n'avons pas conservé le programme, laissa dans la mémoire des fidèles du Collège de France un souvenir extraordinaire, dont la notice d'Arago (p. 70) et celle de Sainte-Beuve donnent l'impression très vivante. Ampère, qui avait acquis dans sa jeunesse des connaissances très étendues d'histoire naturelle, qui avait réfléchi à tout, s'était fait, dès 1803, une idée du développement des êtres vivants très voisine de celle que proposa plus tard Geoffroy-Saint-Hilaire. Cuvier, comme on sait, était d'opinion tout opposée. Chaque semaine, Cuvier critiquait avec toute son autorité et criblait de sarcasmes la théorie de Geoffroy-Saint-Hilaire; Ampère, dans son cours de *mathésiologie*, défendait à peu près exactement les mêmes vues que Geoffroy-Saint-Hilaire, avec une richesse de vues et une vivacité surprenantes, et réduisait à néant l'argumentation de Cuvier; mais, dès la semaine suivante, venait, écrasante, semblait-il, et directe, la réplique de Cuvier renseigné par son frère,

(1) Voir des articles d'Ampère, sur la constitution des corps, *Bibl. universelle,* t. XLIX, et *Revue encyclopédique,* novembre 1832, sur la formation de la terre; *Revue des Deux Mondes,* juillet 1833.

auditeur assidu d'Ampère, sur tous les arguments de ce dernier. Ce fut pendant plusieurs semaines, paraît-il, un beau tournoi, correct et courtois dans la forme, mais extrêmement vif quant au fond, non sans quelques traits académiquement acérés de la part de Cuvier.

Les affiches conservées du Collège de France ne nous révèlent qu'un autre programme, le dernier, 1835-1836. « L'état du cabinet de Physique ne permettant pas encore de faire le cours de Physique expérimentale, M. Ampère exposera les *Rapports mutuels et la Classification naturelle des sciences,* les lundis ; il traitera de leurs principes fondamentaux et en particulier de ceux de la *Physique*, les mercredis et vendredis. »

Retenons seulement que même lorsqu'il se permet d'exposer les vues d'une extrême originalité, résultat de méditations poursuivies durant toute sa vie, sur la classification des sciences, Ampère n'oublie pas que c'est la physique expérimentale qu'il est chargé d'enseigner et lui réserve, au moins sur l'affiche, les deux tiers de ses leçons.

Peut-être, étant donné ce que les contemporains nous ont appris de la fougue de son esprit, ne respectait-il pas toujours la répartition des sujets inscrite sur l'affiche.

« La quantité de remarques neuves et ingénieuses, de points profonds et piquants d'observation, qui remplissaient une leçon de M. Ampère, distrayaient aisément l'auditeur de l'ensemble du plan, que le maître oubliait aussi quelquefois, mais qu'il retrouvait tôt ou tard à travers ces détours. On se sentait bien avec lui en pleine intelligence humaine, en pleine et haute philosophie antérieure au XVIII^e^ siècle ; on se serait cru, à cette ampleur de discussion, avec un contemporain des Leibnitz, des Malebranche, des Arnauld ; il les citait à propos, familièrement, même les secondaires et les plus oubliés de ce temps-là, M. de la Chambre par exemple ; ... » (1).

Ce que Sainte-Beuve indique, sans appuyer, et respectueusement, sur les fréquentes digressions auxquelles s'abandonnait Ampère dans ses leçons, Arago nous le dit avec plus de précision, dans la Notice (2) si affectueuse et admirative qu'il a consacrée à Ampère en 1839 :

« Quand on parle des savants, nos contemporains, dont les facultés immenses ont été mal appliquées, le nom d'Ampère est le premier qui se présente à la pensée.

« Un homme d'Etat, célèbre par ses bons mots, disait d'un de ses adversaires politiques : « Sa vocation est de ne pas être ministre des Affaires étrangères. » A notre tour, nous pourrions affirmer à l'égard d'Ampère, que « sa vocation était de ne pas être professeur ».

(1) Sainte-Beuve. *Revue des Deux Mondes*, 1887 ; à propos des leçons sur la classification des sciences.

(2) Pages 107 et suivantes.

« Cependant c'est au professorat qu'on l'a forcé de consacrer la plus belle partie de sa vie; c'est par des leçons rétribuées qu'il a toujours dû suppléer à l'insuffisance de sa fortune patrimoniale.

. . . . . .

« Mais le savoir, mais le génie ne suffisent pas à celui qui se voue à l'enseignement d'une jeunesse vive, pétulante, moqueuse (Ecole polytechnique), habile à saisir les moindres ridicules et à les faire servir à son amusement (1)...

« ..... Mais, on doit l'avouer, les leçons en souffraient; mais les forces d'un homme de génie auraient facilement reçu un emploi plus judicieux, plus utile.. .

« Je voudrais que notre colossal budget (2) n'oubliât pas que la France est avide de tous les genres de gloire; je voudrais qu'il assurât une existence indépendante au petit nombre d'hommes dont les productions, dont les découvertes, dont les ouvrages commandent l'admiration, et sont les traits caractéristiques des siècles; je voudrais que ces puissances intellectuelles, dès qu'elles se sont manifestées, le pays les couvrît de sa protection tutélaire; qu'il présidât à leur libre, à leur entier développement; qu'il ne souffrît pas qu'on les usât sur des questions vulgaires.....

« Tout le monde reconnaîtra que, sous le régime libéral dont je viens de tracer l'esquisse, Ampère eût été un des savants sur lesquels la munificence du pays se fût épanchée la première. Libre alors de tous soins, de toute inquiétude, débarrassé d'une multitude d'occupations assujettissantes, de détails mesquins, de servitudes minutieuses, notre ami aurait poursuivi avec ardeur, avec amour, avec persévérance, les mille idées ingénieuses qui traversaient journellement sa vaste tête... »

A ces paroles, on reconnaît l'ardeur généreuse, le dévouement à la science et à ses amis, qui ont animé Arago, toute sa vie. Mais où trouvera-t-on le nouvel Arago capable de distinguer ceux de ses contemporains qui ont du génie — car Arago paraît bien avoir eu un jugement d'une admirable clairvoyance — et de ne pas éparpiller la munificence nationale en menue monnaie inutile. Avouons que, pour être sûr de faire assez, il faudrait faire beaucoup trop et que, d'ailleurs, ce sont les travailleurs dévoués à leur tâche, mais sans génie, qui ont, pour rendre au pays tous les services dont ils sont capables, le plus besoin d'une installation matérielle suffisante et d'une collaboration nombreuse.

Si beaux que soient les autres travaux d'Ampère, ils le mettent au même niveau que plusieurs de ses contemporains, pas au-dessus. Ce qui le met au-dessus, incroyablement au-dessus de tous les autres, Fresnel seul excepté, ce sont les mémoires de 1820-1822, et des années suivantes. Qu'Ampère ait été enlevé à la science en 1819, le monde ne s'unirait pas à la France pour célébrer

(1) Voir aussi page 32.
(2) Arago, p. 112-113.

son centenaire. Qu'il ait cessé de vivre dès 1822, l'éclair était jailli, l'œuvre était faite, digne de l'admiration des siècles! A quel administrateur, à quel corps constitué demandera-t-on de deviner que, parmi tant de zélés et puissants travailleurs, c'est ce fantaisiste et bouillonnant Ampère qui, une certaine année, créera, pour ainsi dire de toutes pièces, l'édifice physicomathématique le plus éloigné des principes de la mécanique newtonienne, excitateur de vues théoriques nouvelles et — combien plus stupéfiante prophétie! — le fondateur, avec Faraday, de la plus puissante industrie, de la plus féconde en merveilles qu'on ait jamais vue! Où trouver un autre Arago, comment lui donner le pouvoir de réaliser ses vœux?

Ainsi, dès 1822, Ampère a établi les lois électrodynamiques qui régissent toute transformation d'énergie électrique en énergie mécanique.

Dix ans plus tard, Faraday découvre les lois expérimentales qui règlent la transformation inverse. Mais, si belle qu'elle soit, son œuvre n'a pas la plénitude atteinte d'un bond par le génie d'Ampère; il faut attendre Maxwell pour comprendre ce qu'il y avait de quantitatif dans les considérations assez obscures de Faraday.

Comme c'est la transmission à distance, à des centaines de kilomètres, de l'énergie électrique qui fait toute l'importance de cette industrie, n'oublions pas Pouillet, Ohm, Joule, sans toutefois les mettre au même niveau dans notre admiration que Faraday et Ampère. Je n'y ajoute pas les théoriciens de la conservation de l'énergie; non que leur rôle me paraisse négligeable, mais la création de la nouvelle industrie pouvait se passer d'eux, tandis qu'elle ne pouvait se passer ni d'Ampère, ni de Faraday. Chacun à son plan.

Ce n'est pas ici le lieu de faire un parallèle entre Ampère et Faraday; mais, de tels hommes, tous les traits de caractère sont intéressants; sans chercher à savoir dans quelle mesure leurs convictions métaphysiques réagissaient sur leurs facultés inventives, on ne peut nier que l'esprit est un tout, et que la cloison entre les divers modes d'activité intellectuelle d'un Faraday ou d'un Ampère est bien difficile à imaginer. Ampère et Faraday étaient deux esprits profondément religieux, quoique bien différemment. Faraday ne semble jamais avoir été effleuré d'un doute; il prêchait souvent dans la chapelle de la toute petite secte protestante, aux dogmes très particuliers de laquelle il semble avoir été toujours étroitement attaché. Ampère, lui, toujours ardent dans ses doutes et dans ses croyances, nous fournit l'image d'une âme mystique et tourmentée, bien plus curieuse de spéculations métaphysiques incontrôlables que des réalités physiques, et pourtant capable un jour d'édifier une théorie physique inébranlable, d'une extraordinaire importance pratique.

C'est du moins ainsi qu'il nous apparaît dans les notices si débordantes d'admiration et de sympathie écrites par Arago et par Sainte-Beuve, qui,

eux, ne sont certes pas suspects de mysticisme d'aucune sorte, chrétien ou autre (1), quelque extraordinaire que cela paraisse aux froids positivistes que nous sommes.

Les admirables travaux scientifiques d'Ampère ne semblent presque que de brefs incidents, interrompant quelques instants le cours de sa pensée métaphysique, seule perpétuellement active.

MARCEL BRILLOUIN,
Membre de l'Institut.

(1) SAINTE-BEUVE. *Critiques et portraits*, p. 402 et suiv. ARAGO, p. 20, 114, etc.

# AMPÈRE

## Son œuvre chimique [1]

---

Jusqu'en 1814, Ampère s'est fait connaître comme mathématicien ou comme philosophe. C'est dans la section de géométrie qu'il entre très justement à l'Institut. En physique, il s'est borné à professer dans sa classe de Bourg et à méditer sans rien produire. La gloire va pourtant lui venir comme physicien, comme chimiste. Un tel fait n'est ni si exceptionnel, ni si inexplicable qu'on pourrait le croire. On le retrouve pour Haüy, l'inventeur de la cristallographie, entré à l'Institut comme botaniste; pour Berthelot, élu comme physicien; pour Pasteur, classé d'abord minéralogiste, ou encore pour Fresnel, qui demandait, en 1814, le sens du mot polarisation et qui, huit mois après, révolutionnait l'optique. On montrerait sans peine, par ces exemples illustres, que les découvertes fortement originales dans une science viennent souvent d'une compétence simultanée dans une science voisine. Contrairement à l'idée de ceux pour lesquels des œillères aident à marcher, c'est en grande partie parce qu'un Ampère était algébriste et philosophe qu'il a aussitôt aperçu, calculé et formulé les conséquences de sa découverte électrique : un simple physicien, non pénétré comme lui d'analyse l'aurait laissée incomplète. Il y avait eu, en lui, auparavant, une phase d'incubation, pendant laquelle il s'était exercé, sur des sujets tout diffférents, à réfléchir, à observer, à expérimenter. Le jour où il a eu besoin de ses forces latentes, sans préparation particulière pour la question traitée, il s'est trouvé prêt.

Et l'on peut observer aussi les avantages scientifiques de certains traits qui, dans le caractère d'Ampère, apparaissaient à ses contemporains comme des travers quand on les regardait d'un point de vue mondain. Tous ceux qui ont vécu avec lui ont insisté sur son étonnante crédulité, sur sa naïveté, sur son caractère impulsif avec des sautes brusques que Sainte-Beuve a comparées à celles d'un liège flottant. Incapable lui-même du moindre mensonge officieux, il attribuait une semblable véracité à tous les autres, et cela le rendait incapable

(1) Extrait d'un article de M. Louis de Launay, de l'Académie des Sciences, publié dans le numéro du 1er juillet 1921 de la *Revue de France*.

de se défendre dans le commerce des hommes. Les affirmations les plus stupéfiantes trouvaient, assure-t-on, en lui un auditeur confiant, que sa curiosité passionnée et sa fièvre d'invention toujours en éveil portaient à chercher des rapports insoupçonnés, des possibilités inconnues, plutôt qu'à suspecter son interlocuteur. Admirablement jeune d'esprit jusque dans sa vieillesse, il s'enflammait pour la nouveauté et l'aimait avant de la connaître, — par le fait seul qu'elle était neuve. C'est bien pourquoi on le trouve sans cesse à l'avant-garde de la science, prêt à accueillir une découverte, à en imaginer les conséquences, mais prêt aussi, ne l'oublions pas, à la contrôler bientôt avec la sévérité, la précision de son esprit critique.

Ainsi, on le voit, des premiers, reconnaître la véritable nature du chlore et de l'iode, soutenir Davy quand, en 1814, il affirma que la potasse n'était pas un corps simple, applaudir à Fresnel , à Cuvier, à Elie de Beaumont. L'expérience de Gay-Lussac sur les volumes des gaz entrant en combinaison lui suggère aussitôt la loi chimique que l'on connaît d'ordinaire sous le nom d'Avogadro. Ce n'est pas par un hasard heureux, c'est en vertu de la même méthode constante qu'en 1820 une expérience du physicien danois Œrsted, mal interprétée par celui-ci, l'amènera à découvrir l'électrodynamique. Le fait observé par un autre jouait chez lui le rôle de l'amorce qui provoque une explosion.

La première fois que cette puissance d'invention se manifesta à l'état dynamique par une découverte destinée à marquer dans l'histoire des sciences, ce fut quand Gay-Lussac, en 1809, constata que les combinaisons des substances gazeuses les unes avec les autres se font toujours dans les rapports de volumes les plus simples, tels que 1 à 2, 1 à 3, etc. Observation curieuse, qui semblait former à elle seule un tout suffisant. Mais Ampère était un atomiste fervent et de longue date. La lecture précoce de Bernoulli avait laissé dans son esprit des traces indélébiles. Il croyait, avec une foi absolue, à l'existence effective des molécules en mouvement perpétuel dans la profondeur des corps matériels, suivant la vieille théorie d'Epicure, de Lucrèce, de Descartes. Habitué à réfléchir sur les trajectoires et les chocs de ces molécules en leur appliquant ce calcul des probabilités avec lequel il était d'autre part si familier, il se mit à spéculer sur les observations de Gay-Lussac. Son imagination s'enflammant, il en déduisit une série de conséquences très importantes, qui semblent, au premier abord, distinctes les unes des autres, mais qui toutes visent le même but, celui de la science moderne depuis Descartes : soumettre la nature au calcul, reconstituer le plan géométrique de la création.

Quelques explications d'ordre un peu technique sont peut-être utiles pour faire comprendre ce premier travail, moins vulgarisé que l'électro-aimant et, pour en montrer la genèse psychologique.

Dans la théorie admise par Ampère, les phénomènes physiques et chimiques étaient la conséquence des mouvements moléculaires, plus ou moins accélérés par la chaleur, plus ou moins modifiés par les attractions réciproques suivant

Statue élevée à Ampère (André-Marie)
près de sa maison natale à Poleymieux (Rhône).

la loi de Newton, par les combinaisons chimiques entre atomes de nature dissemblable. Toutes ses déductions vont reposer sur quelques hypothèses fondamentales, vérifiées par l'expérience. Logiquement, les forces en jeu dans l'intérieur de la matière atomique doivent se diviser en trois groupes : les énergies balistiques de ces petits projectiles, les accélérations résultant du calorique et les attractions mutuelles. Afin de simplifier le problème, on élimine ces dernières forces en envisageant l'état gazeux, pour lequel tout prouve expérimentalement quelle deviennent négligeables. Dans un gaz, les atomes sont assez écartés les uns des autres par rapport à leurs dimensions pour ne plus s'attirer que dans une mesure insignifiante. Alors les lois de la matière se simplifient singulièrement et l'on entrevoit son unité fondamentale.

Commençons par opérer à température constante pour que la « répulsion produite par le calorique », suivant le langage d'Ampère, n'intervienne pas, ou du moins n'agisse que d'une façon constante. Il ne reste alors en jeu que le mouvement des projectiles, traduit par leurs chocs, par leur pression sur les parois d'un vase. Or on constate, avèc Mariotte, que, pour un gaz quelconque, cette pression est en raison inverse du volume (ou proportionnelle à la densité du gaz). Donc, pour un même volume de n'importe quel gaz, les pressions exercées sur la paroi, sont semblables, et les chocs des molécules sur cette paroi, qui déterminent la pression, paraissent équivalents. Conclusion hardie : ces molécules sont en même nombre dans un gaz quelconque, comme l'avait annoncé déjà Bernoulli. Un même volume d'oxygène, d'hydrogène ou d'azote contient le même nombre de molécules. Le poids, la densité du gaz sont proportionnels au poids de la molécule, que l'on va ainsi pouvoir arriver à peser. Inversement, si l'on admet avec Bernoulli, comme hypothèse déduite d'autres considérations, que le nombre des molécules est constant dans tous les gaz, la loi de Mariotte se trouve démontrée ; et c'est ce qu'Ampère fait voir en janvier 1814.

D'autre part, Gay-Lussac a montré, vers 1810, que tous les gaz ont le même coefficient de dilatation, se dilatent dans la même proportion par l'influence de la chaleur, que la « réaction produite par le calorique » est chez tous la même. On pourra ainsi, au lieu de travailler à température constante, faire varier la température en même temps que le volume : la pression n'en variera pas moins suivant une loi connue d'avance, une loi identique pour tous les gaz.

Mais ce n'est pas assez, et Ampère veut pousser plus loin en interprétant les combinaisons chimiques des gaz observées par Gay-Lussac en 1809. Il est ainsi amené à une importante retouche de la théorie initiale, une de ces retouches qui, sans cesse renouvelées au cours du dernier siècle, ont finalement amené la théorie atomique à la complexité, à la délicatesse, à la finesse d'aperçus actuelles. La molécule à laquelle on s'arrêtait tout à l'heure ne sera plus la dernière parcelle ultime des corps. Cette parcelle ultime, à vrai dire, nous fuit et s'évanouit, à mesure que nous croyons la saisir, pour se dissoudre finalement en métaphysique. Il est aussi impossible de trouver des limites à la matière dans le sens de

l'infiniment petit que d'en trouver aux univers dans l'infiniment grand et de comprendre l'existence du vide que celle d'une matière sans discontinuité. Mais, au temps d'Ampère, nous sommes encore loin de ces abîmes, et il s'agit simplement d'établir une différence entre la molécule et ses atomes constituants : différence à laquelle on est inévitablement conduit quand on remarque que, lors de la combinaison de deux gaz, le volume résultant n'est pas la somme des volumes composants, ni le volume correspondant aux molécules les moins nombreuses, mais une fonction numérique simple de ces deux volumes. Un volume contenant 20 molécules d'hydrogène, combiné avec un volume contenant 10 molécules d'oxygène, donne un volume de vapeur d'eau égal au premier et contenant, par conséquent, d'après la loi générale sur le nombre des molécules dans un gaz, 30 molécules d'eau. On ne peut donc pas admettre qu'à chaque molécule d'oxygène se soient soudées deux molécules d'hydrogène, puisque le volume résultant serait alors celui de l'oxygène et non le double. Il faut que la molécule d'hydrogène ait absorbé une demi-molécule d'oxygène. Cette demi-molécule a donc une individualité,et c'est à elle que l'on réservera désormais le nom d'atome.

Ampère associe ici la chimie presque nouvelle de Lavoisier, la loi de Mariotte et la cristallographie d'Haüy : toutes les merveilleuses découvertes de cette époque féconde, qui se rejoignent et se complètent, et qui, ne l'oublions pas, sont toutes dues à des savants français.

Il comprend, par exemple, que la molécule chimique doit être formée par un groupe d'atomes plus simples, en nombre variable, dont l'agencement suivant une forme polyédrique influe sur toutes les combinaisons chimiques; il fait ce que l'on appelle aujourd'hui de la stéréochimie, et il arrive à cette conclusion que, lorqu'on connaît les volumes à l'état de gaz d'un corps composé et de ses composants, on peut calculer combien une particule du corps composé renferme de particules ou de portions de particules des deux composants. Il est ainsi amené, notamment, à établir que dans une molécule d'eau interviennent, comme on l'a vu, une molécule d'hydrogène et une demi-molécule d'oxygène. La conclusion est la possibilité de peser les atomes élémentaires des divers corps simples, comme on pesait leurs molécules, de déterminer ce qu'on appelle leurs poids atomiques, de prévoir leurs combinaisons, les substitutions d'un élément à l'autre. C'est en somme, une des clefs principales pour entrer dans le vaste domaine qu'a parcouru, dans la suite, la chimie moderne.

Pour être exact, on doit ajouter que, historiquement, Ampère ne possède pas, ou ne possède qu'en partie la gloire de cette dernière découverte. Un autre chimiste, l'Italien Avogadro, avait, dès 1811, trois ans avant la publication d'Ampère, donné des conclusions analogues et la loi qui les résume, retrouvée et mise en lumière seulement trente ans plus tard, porte avec justice le nom d'Avogadro. L'esprit d'Ampère était trop mobile et, par désir de la perfection, à force de retouches successives, il arrivait à ne publier que tardivement ses recherches. D'ailleurs, il y avait, chez lui, un admirable désintéressement scien-

tifique, qui lui faisait désirer le progrès de la vérité pour la vérité même, sans aucune considération de gloriole personnelle. C'était, on l'a dit, pour tous ceux qui l'abordaient, un puits ouvert. Ampère avait donc gardé, inédit, son travail commencé dès 1809, et, lorsqu'il se décida, sur les instances de Berthollet, à en donner le résumé en 1814, il ignorait l'existence du mémoire d'Avogadro, qui, accompagné de considérations inexactes, avait été à peine remarqué, ou considéré seulement comme une théorie de plus ajoutée à tant d'autres. On lui signala cet article pendant l'impression de son manuscrit, et il le mentionna dans une note. « Vous savez, disait-il en commençant à Berthollet, que, depuis longtemps l'importante découverte de Gay-Lussac... m'a fait naître l'idée d'une théorie... » Et c'est cette théorie personnelle qu'il expose.

Louis de Launay,
Membre de l'Institut

# AMPÈRE

## Précurseur.

---

Ampère, fondateur de l'électrodynamique et dont le nom, inséparable de ceux d'Ohm et de Volta, sert à désigner la principale des unités électriques, est avec Faraday le créateur de l'électrotechnique. C'est lui, en effet, qui sut découvrir la propriété capitale du courant électrique, d'être entouré d'un champ magnétique, en étudia les effets, et cette découverte, loin d'être le fruit d'un heureux hasard, suivant immédiatement celle d'Œrsted, fut le résultat de réflexions profondes et sagaces.

Né à Lyon en 1775, Ampère fut appelé à Paris par Lalande et Laplace, à la suite de la publication d'un Mémoire sur la théorie mathématique du jeu. Il fut nommé, en 1804, répétiteur d'analyse à l'École Polytechnique ; en 1807, il succéda à Labey comme professeur d'analyse, pour, en 1809, remplacer Lacroix dans une des chaires de mécanique où il professa jusqu'en 1827. Les élèves de l'École consacraient alors à la physique le dixième seulement du temps qu'ils donnaient aux sciences mathématiques et la moitié de celui de la chimie ; on voit par là combien la physique était à l'état embryonnaire : les grandes découvertes du début du XIX^e^ siècle n'étaient pas encore faites et son rôle dans l'enseignement était extrêmement réduit ; on ne s'étonnera donc pas de voir Ampère professer la mécanique, alors qu'à priori on pouvait penser qu'il enseignait la science dans laquelle il s'est révélé un génie. Le cadre enseignant de l'École comptait alors dans ses rangs les plus illustres savants de l'époque : Prony, Poisson, Monge, Berthollet, Gay-Lussac, Thénard, Malus et nombre d'autres ; Ampère figura au premier rang de cette pléiade, tout d'abord par ses travaux mathématiques, puis ensuite et surtout par ses travaux sur l'électrodynamique.

Le mémoire d'Œrsted « Expériences sur l'effet du conflict électrique sur l'aiguille aimantée » est daté du 21 juillet 1820 ; dans une suite de mémoires lus à l'Académie des Sciences, dont le premier en date est du 18 septembre 1820, Ampère établit la distinction entre la tension électrique qui produit les attractions et répulsions électrostatiques et le courant électrique caractérisé par la

décomposition de l'eau et l'action sur l'aiguille aimantée; il lie ces deux effets l'un à l'autre en grandeur, définit nettement le courant électrique et lui donne le nom qu'il porte. Il avait vu que l'expérience d'Œrsted était le témoignage de propriétés, jusqu'alors insoupçonnées, des fluides électriques en mouvement. L'idée du galvanomètre qu'il oppose à l'électromètre lui appartient. Point n'est besoin de rappeler la position de l'observateur d'Ampère dont tous nous faisons usage.

En même temps, il découvre les actions mécaniques réciproques des conducteurs parcourus par des courants électriques et il est plus que probable, bien

Portrait d'Ampère
d'après un dessin de Deymarie

qu'il ne le dise pas expressément, que c'est en discutant l'expérience d'Œrsted qu'il fut amené à penser que deux conducteurs sur lesquels agit l'aiguille aimantée et qui agissent sur elle en vertu de la loi de l'action et de la réaction, doivent agir l'un sur l'autre. Arago l'indique dans son éloge académique d'Ampère et cette manière de raisonner convient bien au génie d'Ampère.

Comment dès lors trouver les lois de l'action des courants sur les courants, alors que celle-ci doit dépendre non seulement des intensités, mais encore des positions et des formes? Le calcul intégral suggéra de suite la voie à Ampère;

il fallait déterminer en grandeur, direction et sens, l'action de deux éléments de courant agissant l'un sur l'autre, autrement dit trouver la loi élémentaire.

Ampère savait fort bien que la loi élémentaire à laquelle il arrivait n'était pas nécessaire et il l'indique dans les lignes suivantes :

« Ces trois hypothèses offrent, d'ailleurs, un exemple frappant de la possibilité où l'on est de remplacer un système de forces agissant sur un assemblage de points matériels par un autre sytème de forces toutes différentes, mais dont l'ensemble produit absolument les mèmes effets d'équilibre et de mouvement sur cet assemblage solide. C'est ainsi que, quand un corps est plongé dans un liquide pesant, on peut, sans rien changer aux conditions d'équilibre ou de mouvement de ce corps, substituer au système des pressions que le fluide exerce sur sa surface un système de forces verticales appliquées de bas en haut à toutes les particules de ce corps, et dont chacune est représentée par le poids d'un volume du liquide égal au volume de la particule du corps sur laquelle cette force est censée agir. »

L'assimilation à un feuillet magnétique d'un circuit parcouru par un courant constant est indiquée par Ampère, mais il faut surtout rappeler ses études sur les solénoïdes et son hypothèse, des plus hardies à l'époque, des courants particulaires et de la constitution des aimants; il suppose ces courants préexistant à l'aimantation, celle-ci ne faisant que les orienter.

« C'est, dit-il, de cette expérience que j'ai conclu, dans le temps où je l'ai faite, que les courants électriques, dont j'admettais déjà l'existence autour de chaque particule des aimants, existaient également autour de ces particules avant l'aimantation, dans le fer, le nickel et le cobalt, mais que, s'y trouvant dirigés en tous sens, il n'en pouvait résulter aucune action au dehors. »

Et plus loin, étendant à tous les corps l'hypothèse des courants particulaires, il ajoute : « en sorte que la seule différence qui se trouve, à cet égard, entre les corps susceptibles d'aimantation et ceux qui ne le sont pas, consisterait dans la propriété qu'auraient les particules des premiers de laisser déplacer les courants électriques qui circulent autour d'elle, tandis que dans les autres corps les courants excités autour de chaque particule ne seraient pas susceptibles de changer de direction, ou ne le pourraient que par une force supérieure à celles qui ont été exercées jusqu'à présent sur ces courants. »

Ampère voyait dans les courants particulaires et leurs actions réciproques « la seule explication, exempte de difficultés, que l'on puisse donner dans l'état actuel de la physique, des phénomèmes de la cristallisation ».

Remplaçons le terme général « courant particulaire » par l'expression particulière « orbite d'électron » et nous serons bien près des idées actuelles sur la constitution de la matière ; on peut presque dire que celles-ci remontent à un siècle puisque les lignes qui précèdent sont extraites d'une lettre d'Ampère à Van Beck d'octobre 1821.

Au moment où savants et industriels s'apprêtent à célébrer le centenaire

de la découverte des phénomènes électrodynamiques, j'ai pensé qu'il était bon, pour la gloire d'un grand Français, de montrer l'étendue et la puissance du génie d'Ampère qui, loin de se borner à l'étude mathématique de l'action de deux éléments de courant l'un sur l'autre, savait s'élever aux conceptions les plus hardies, jusqu'à proposer pour la constitution de la matière une théorie dans laquelle le mouvement orbital des fluides électriques jouait un rôle capital.

A. Pérot,

Professeur à l'École Polytechnique.

# AMPÈRE
# et la Télégraphie.

---

## Projet de télégraphe électrique formé par Ampère en 1820.

C'est dans le tome XV des *Annales de Chimie et de Physique* que se trouve la description du projet de télégraphe électrique conçu par Ampère. Ce mémoire est un résumé de la communication faite par lui à l'Académie royale des Sciences les 18 et 25 septembre 1820. L'expérience sur laquelle repose l'invention avait été suggérée par Laplace, « le savant illustre, disait Ampère, auquel les sciences physicomathématiques doivent surtout les progrès qu'elles ont fait de nos jours ». Elle consistait à faire agir un courant sur une aiguille aimantée, à très grande distance de la pile, par le moyen d'un fil conducteur très long. Le texte de la partie du mémoire qui concerne la télégraphie est le suivant :

EXTRAIT D'UN MÉMOIRE PRÉSENTÉ A L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,
*le 2 octobre 1820, où se trouve compris le résumé de ce qui avait été lu à la même Académie, les 18 et 25 septembre 1820, sur les effets des courants électriques.*

«... J'avais cru d'abord qu'il faudrait établir le courant électrique dans les deux conducteurs au moyen de deux piles différentes; mais cela n'est pas nécessaire, il suffit que ces conducteurs fassent tous deux partie du même circuit; car le courant électrique y existe partout avec la même intensité. On doit conclure de cette observation que les tensions électriques des deux extrémités de la pile ne sont pour rien dans les phénomènes dont nous nous occupons ; car il n'y a certainement pas de tension dans le reste du circuit; ce qui est encore confirmé par la possibilité de faire mouvoir l'aiguille aimantée à une grande distance de la pile, au moyen d'un conducteur très long, dont le milieu se recourbe dans la direction du méridien magnétique au-dessus ou au-dessous de l'aiguille. Cette expérience m'a été indiquée par le savant illustre, auquel les sciences physico-mathématiques doivent surtout les grands progrès qu'elles ont faits de nos jours : elle a pleinement réussi.

« Désignons par A et B les deux extrémités du conducteur fixe, par C celle du conducteur mobile qui est du côté de A, et par D celle du mème conducteur qui est du côté de B; il est clair que si une des extrémités de la pile est mise en communication avec A, B avec C, et D avec l'autre extrémité de la pile, le courant électrique sera, dans le même sens, dans les deux conducteurs; c'est alors qu'on les verra s'attirer : si, au contraire, A communiquant toujours à une extrémité de la pile, B communique avec D, et C avec l'autre extrémité de la pile, le courant sera en sens opposé dans les deux conducteurs; et c'est alors qu'ils se repousseront. On conçoit, au reste, que les attractions et répulsions des courants électriques ayant lieu à tous les points du circuit, on peut, avec un seul conducteur fixe, attirer et repousser autant de conducteurs et faire varier la direction d'autant d'aiguilles aimantées que l'on veut; je me propose de faire construire deux conducteurs, mobiles sous une même cage de verre, en sorte qu'en les rendant, ainsi qu'un conducteur fixe commun, partie d'un même circuit, ils soient alternativement tous deux attirés, tous deux repoussés, ou l'un attiré, l'autre repoussé en même temps, suivant la manière dont on établira les communications. D'après le succès de l'expérience que m'a indiquée M. le marquis de Laplace, on pourrait, au moyen d'autant de fils conducteurs et d'aiguilles aimantées qu'il y a de lettres et en plaçant chaque lettre sur une aiguille différente, établir à l'aide d'une pile placée loin de ces aiguilles et qu'on ferait communiquer alternativement par ses deux extrémités avec celles de chaque conducteur, former une sorte de télégraphe, propre à écrire tous les détails qu'on voudrait transmettre, à travers quelques obstacles que ce soit, à la personne chargée d'observer les lettres placées sur les aiguilles. En établissant sur la pile un clavier, dont les touches porteraient les mêmes lettres et établiraient la communication par leur abaissement, ce moyen de correspondance pourrait avoir lieu avec assez de facilité, et n'exigerait que le temps nécessaire pour toucher d'un côté et lire de l'autre chaque lettre (1). »

L'importance de cette communication a été reconnue par les spécialistes les plus éminents: le passage se trouve, en effet, reproduit partiellement dans le Nouveau traité de Télégraphie électrique de Blavier, tome II, et J.-J. Fahie, dans son « Histoire du télégraphe électrique jusqu'à l'année 1837 » s'exprime ainsi :

« 1820. — Télégraphe d'Ampère.

« Très peu de temps après la découverte par Œrsted de la propriété qu'a le courant de dévier l'aiguille aimantée, l'éminent mathématicien français de Laplace en suggéra l'application à la télégraphie; et le 2 octobre de la même

(1) « Depuis la rédaction de ce mémoire, j'ai su de M. Arago que ce télégraphe avait déjà été proposé par M. Sömmering; à cela près qu'au lieu d'observer le changement de direction des aiguilles aimantées, qui n'était point connu alors, l'auteur proposait d'observer la décomposition de l'eau dans autant de vases qu'il y a de lettres. »

année (1820), Ampère, dans un mémoire lu devant l'Académie des Sciences de Paris, esquissa à grands traits un télégraphe, dans lequel les signaux devaient être indiqués par la déviation de petits aimants placés au-dessous des fils. C'était une idée purement théorique, lancée au cours du mémoire comme une chose dite par parenthèse... (suivent des extraits du mémoire...)

« On voit par le texte de ce passage qu'Ampère ne fait pas mention de bobines de fil qui entoureraient l'aiguille, ainsi que l'ont dit nombre d'auteurs. C'est qu'en effet, il ne pouvait pas encore avoir entendu parler de galvanomètre; car, bien que le mémoire de Schweigger sur ce sujet eût été lu à Halle le 16 septembre 1820, il ne fut publié qu'au mois de novembre suivant. »

L'invention de Schweigger dont parle ici J.-J. Fahie, est celle du cadre *multiplicateur*.

Dans son mémoire du 2 octobre, Ampère se sert du mot *galvanomètre*, pour désigner l'appareil qui sert à mesurer l'intensité du courant par son action sur l'aiguille aimantée et il fait ressortir l'utilité et l'importance d'un appareil destiné à mesurer cette intensité, tandis que l'électromètre a pour objet de mesurer la tension, et comme ces deux éléments, intensité du courant et tension, lui paraissent aussi indispensables à connaître l'un que l'autre, il préconise leur emploi simultané.

Ampère indique aussi un perfectionnement important qu'il a apporté à la disposition d'Œrsted. Celui-ci n'avait pu mettre l'aiguille aimantée rigoureusement en croix avec le courant, parce qu'il n'avait pas éliminé l'effet du magnétisme terrestre. Le savant français y parvint tout d'abord, en assujettissant l'aiguille aimantée perpendiculairement à un axe support, mobile sur pivots, de sorte qu'elle est en équilibre indifférent dans un azimut quelconque autour de l'axe de rotation, si cet axe est dirigé suivant le champ terrestre. Ampère lui donne le nom d'aiguille *astatique* et, dans ces conditions, elle se met exactement en croix avec un courant rectiligne convenablement placé perpendiculairement à l'axe.

C'est en 1821, qu'Ampère imagina l'équipage astatique composé de deux aiguilles. Après avoir rappelé pourquoi Œrsted n'avait obtenu qu'une déviation inférieure à un angle droit, il ajoute qu'il y a plusieurs moyens de soustraire l'aiguille aimantée à l'action de la terre. Le plus simple consiste à attacher à un gros fil de laiton, dont la partie supérieure est recourbée et munie d'un pivot de suspension en acier, deux aiguilles aimantées de même puissance, pointant leurs pôles de même nom dans des directions opposées, de façon que la force directrice terrestre agissant sur l'une soit détruite par l'action contraire s'exerçant sur l'autre. Les aiguilles sont placées, celle du bas juste au-dessous du fil conducteur, celle du haut juste au-dessus. Si l'on envoie le courant dans les spires, les aiguilles se mettent à tourner, à moins qu'elles ne prennent une direction à angle droit avec le fil conducteur (Voir les *Annales de Chimie et de Physique*, t. XVIII, p. 320).

Il est d'autant plus important de rappeler cette découverte d'Ampère et de

lui en restituer la priorité, que de nombreux auteurs en ont attribué le mérite à Nobili.

Le télégraphe de Sömmering dont il est question dans la note mise par Ampère à son mémoire est suffisamment caractérisé par lui. Sömmering employait une pile formée de rondelles superposées. Dans un vase contenant de l'eau acidulée, il y avait cinq aiguilles qui traversaient la paroi. Enfin à chacune de ces cinq aiguilles était attaché un fil conducteur, recouvert de cire à cacheter. En touchant les deux extrémités de la pile avec deux de ces fils, on produisait à distance un dégagement de gaz. L'invention avait été faite à l'instigation du ministre bavarois, Mongelas, en juillet 1809, parce qu'au mois d'avril, Napoléon Ier avait pu profiter des renseignements rapides, que lui avait apportés le télégraphe Chappe sur le mouvement des troupes autrichiennes qui avaient traversé l'Inn et occupé Munich ; il avait alors jeté ses troupes en avant et obligé les Autrichiens, en moins d'une semaine, à se retirer.

La distance franchie par Sömmering n'était pas très considérable. Le 4 février 1812, il travaillait à une distance de 4 000 pieds et le 15 mars suivant, cette distance était portée à 10 000 pieds.

La mémoire d'Ampère ne fait aucune allusion à l'éloignement admissible pour les deux stations télégraphiques, et l'on n'avait pas l'habitude de chercher à battre des records.

On devait être arrêté par la difficulté d'*isoler* les fils.

En 1824, Barlow voulut reproduire l'expérience d'Ampère ; mais l'action sur l'aiguille aimantée allait en diminuant quand on augmentait la distance. On fut arrêté à une distance très faible. Cet insuccès découragea les chercheurs ; cependant, Ritchie, de l'Institution royale, renouvela les essais en 1830. Il atteignit alors 200 pieds, mais les conditions de l'expérience ne sont pas bien connues.

D'ailleurs, les distances ne pouvaient guère alors être précisées, parce que la notion de *résistance électrique* n'avait pas encore été approfondie. La première expérience à ce sujet fut, en effet, imaginée et réalisée par Becquerel, en 1826. Le courant d'une pile se partageait entre deux enroulements portés par un même cadre au centre duquel était suspendue l'aiguille aimantée ; on s'arrangeait de façon que les deux branches fussent parcourues par des courants de sens contraires ; l'appareil constituait donc un véritable galvanomètre *différentiel*. Becquerel déterminait les poids et les longueurs de fil de l'un des deux enroulements quand la balance était obtenue ; il trouva ainsi la loi de la proportionnalité des longueurs aux sections. On sait que les premiers essais systématiques, concernant l'affaiblissement du courant avec la distance, ont été effectués par Henry, qui excitait à distance son électro-aimant, et que ces expériences, qui datent de 1831, sont postérieures à la découverte théorique des lois de la résistance électrique, qu'Ohm a établies dans son ouvrage : *Die galvanische Kette,* en 1827, par une simple extension des théories de Fourier sur la propagation de la chaleur ; ce caractère

théorique explique pourquoi elles sont restées si longtemps ignorées des physiciens contemporains dans leurs recherches sur l'électricité.

L'idée de télégraphe électrique, telle qu'elle a été émise par Ampère, n'a pas été appliquée ; cependant elle n'est pas restée stérile, car Fechner, de Leipzig, la reprit bientôt, en enfermant les aiguilles dans des cadres multiplicateurs de Schweigger.

Ces tentatives, quoique presque infructueuses, prouvent tout l'intérêt qui s'était attaché au projet de télégraphe formulé par Ampère.

Il est d'ailleurs à noter que la découverte de l'électro-aimant n'était pas nécessaire à la réalisation d'un système télégraphique viable. Le récepteur à miroir employé en télégraphie sous-marine n'utilise pas l'aimantation temporaire du fer doux : l'action du courant se produit sur les petites aiguilles aimantées collées au dos d'un miroir suspendu au centre d'un cadre galvanométrique et l'on observe les déviations d'un rayon lumineux réfléchi.

C'est Poggendorff qui adapta le premier un miroir à une aiguille aimantée; il s'agissait pour lui de déterminer exactement les petites variations de la déclinaison.

Ce mode d'observation date de 1826.

On voit par ce bref compte rendu, que c'est dans un intervalle de six ou sept ans après le mémoire d'Ampère qu'ont été faites les découvertes complémentaires, qui auraient pu permettre une réalisation pratique de son projet de télégraphe. On peut donc dire qu'il a été un précurseur, son idée n'ayant pas reçu d'application.

Je ne puis quitter ce mémoire de 1820, sans relever qu'Ampère y formule la règle des courants sinueux et y donne l'explication du magnétisme terrestre et du magnétisme des aimants, par l'action des courants.

Je crois pouvoir rappeler également une expérience d'Ampère relatée par Becquerel, ancien Chef de bataillon du Génie, le 1er mars 1824. Cette expérience a été faite par Ampère et par de La Rive dans le but de rechercher si un fort courant magnétisant, qui est susceptible d'aimanter une aiguille d'acier, ne pourrait faire naître également un courant dans un cerceau de cuivre. Si l'expérience avait réussi, on aurait, en quelque sorte, magnétisé le cuivre. On va voir, par le récit de Becquerel, qu'Ampère et de La Rive furent ainsi amenés à constater le premier phénomène d'*induction électromagnétique* qui ait jamais été observé. Le magnétisme de rotation d'Arago date de la même année.

Voici le récit de Becquerel :

« M. Ampère s'est occupé de développer du magnétisme dans le cuivre : ce savant célèbre, pendant son séjour à Genève, a fait, conjointement avec M. Auguste de La Rive, des expériences sur l'influence qu'éprouve une lame de cuivre, pliée en cercle, de la part d'une ceinture de forts courants électriques, au milieu de laquelle elle est suspendue et qui l'entourent sans la toucher. L'action de cette influence, suivant M. Ampère, était telle, qu'en présentant à un côté de

cette lame un aimant en fer à cheval très fort, on l'a vue tantôt s'avancer entre les deux branches de l'aimant, tantôt, au contraire, en être repoussée, suivant le sens du courant dans le conducteur environnant.

« Il résulterait de cette expérience, vu l'action semblable exercée par les deux pôles de l'aimant en fer à cheval sur une même portion du circuit, que l'influence du courant électrique aurait développé dans la lame un autre courant électrique tel qu'on en observe dans un fil métallique qui communique avec les deux pôles d'une pile voltaïque. Mais M. Ampère a vu depuis lors qu'il n'en était pas ainsi. »

On voit donc qu'Ampère a réalisé le premier une expérience d'induction, en voulant engendrer dans un cerceau de cuivre un courant pareil aux courants particulaires de l'aimant d'acier.

Il n'aurait pu obtenir l'effet permanent qu'il cherchait sans doute, que grâce aux froids intenses que l'on sait produire aujourd'hui ; il fut aussi dans ce domaine un précurseur.

Quoi qu'il en soit, c'est bien légitimement à Ampère que l'on doit attribuer le mérite du premier projet de télégraphe fondé sur les phénomènes électro-magnétiques et, comme son exécution n'avait rien d'incertain ni de chimérique, nous ne pouvons que regretter l'insuffisance des ressources dont il disposait ; à coup sûr, elle seule l'a empêché de réaliser une invention dont l'expérience venait de lui démontrer la possibilité ; nul à son époque ne pouvait deviner l'avenir réservé à cette idée de télégraphie électrique ; c'est bien le propre du génie que d'avoir de telles intuitions.

J.-B. Pomey,
Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.

L'auteur remercie M. Picard, de l'Institut, et M. Montoriol, Ingénieur des Postes, Télégraphes et Téléphones, des renseignements qu'ils ont bien voulu lui communiquer.

# AMPÈRE,

## le Philosophe, l'Homme.

---

Mes premières paroles seront de remerciements pour ceux qui ont bien voulu participer à cette pieuse manifestation, soit en nous envoyant leur obole pour la restauration de la sépulture d'Ampère, soit en venant aujourd'hui faire acte de présence devant la tombe restaurée.

Je tiens à remercier plus particulièrement les quelques sommités scientifiques et industrielles qui se sont associées à notre geste.

Pourquoi notre Syndicat a-t-il pris cette initiative? D'abord, parce que c'est bien à ceux qui vivent d'une industrie dont Ampère fut l'un des créateurs qu'incombe, à défaut de descendants, le soin d'entretenir la tombe dans laquelle reposent ses restes vénérés. Nous nous sommes limités à cette restauration : nous n'avons, d'ailleurs, pas le droit de modifier la sépulture. Mais vous pouvez remarquer en outre la simplicité de notre manifestation qui ne présente aucun caractère officiel. Tout au plus, vous dirai-je que nos amis du Comité de la Confédération des Travailleurs intellectuels m'ont expressément chargé de vous assurer qu'ils sont de tout cœur avec nous aujourd'hui, et qu'il n'est pas douteux qu'il en soit de même des 120 000 travailleurs de la pensée que groupe cette Confédération.

Notre Syndicat a encore pris cette initiative parce que nous estimons qu'il est inadmissible que passe le centenaire des plus grandes découvertes d'Ampère sans que l'industrie électrique tout entière se livre à une grandiose manifestation, dont celle-ci ne doit être que la préface.

Faisant abstraction des télégraphes et téléphones, l'industrie électrique réunit en France, à l'heure actuelle, plus de 3 milliards de capitaux et y emploie plus de 50 000 ouvriers qualifiés; la réalisation des grands travaux projetés doublera ces chiffres; toute l'industrie électrique se doit de manifester sa reconnaissance filiale. La France aussi se doit de faire un geste en faveur de l'un de

(1) Discours prononcé par M. P. Boucherot, président du Syndicat des Ingénieurs électriciens français, le 22 mai 1921, sur la tombe restaurée du grand Physicien.

ses plus glorieux enfants, puisque plus de 25 millions de ses habitants sont maintenant en mesure de profiter de notre subtile et bienfaisante énergie électrique.

Notre Syndicat a voulu simplement appeler l'attention de tous ceux qui ont une dette à payer... Il faut que les grandes sociétés savantes et techniques, les syndicats patronaux de l'électricité, les syndicats d'ingénieurs et de techniciens, les syndicats d'employés et d'ouvriers de l'électricité, les pouvoirs publics, enfin, comprennent et s'exécutent. Il faut, à Paris, un monument à la gloire d'Ampère qui symbolise les bienfaits de l'électricité.

Mais, hélas! l'humanité honore plus volontiers ses bourreaux que ses bienfaiteurs!

La raison en est simple : sous les apparences les plus contradictoires, l'homme ne poursuit, en réalité, qu'une œuvre d'asservissement! Asservissement de la nature minérale et végétale, asservissement des autres animaux, asservissement des autres hommes... dans la mesure où il le peut. Ceci est dans sa nature, et fort heureusement, ce mal, si c'en est un, trouve en lui-même son remède : un équilibre s'établit entre la puissance d'asservissement de la collectivité à l'égard de l'individu et la somme des volontés individuelles d'asservissement réagissant en sens inverse... Mais, en son for intérieur, l'homme admire la force plus que la bonté. Qu'il rende justice, alors, à ceux qui l'ont aidé dans l'asservissement de la nature, en ravissant à celle-ci ses secrets.

Mes chers Collègues, je ne vous apprendrai rien du physicien dont vous prononcez le nom si souvent. Je me propose seulement de vous faire connaître Ampère comme homme et comme philosophe. Je veux essayer de vous le faire aimer comme on est obligé de l'aimer quand on a compris l'âme, le caractère, la vie intérieure de celui qui, selon l'expression de son fils Jean-Jacques, fut aussi tendre, aussi bon, aussi simple qu'il était grand.

Ampère ne fut pas seulement un grand physicien, ce fut aussi, comme vous allez le voir, un grand philosophe et, par ses qualités morales, un grand citoyen, animé d'un amour ardent et profond pour l'humanité.

Philosophe, il a laissé un monument, malheureusement inachevé, auquel il a travaillé pendant de longues années, puisqu'il dit quelque part : « C'est en 1803 que je commençai à m'occuper presque exclusivement de recherches sur les phénomènes, aussi variés qu'intéressants, que l'intelligence humaine offre à l'observateur qui sait se soustraire à l'influence des habitudes ». Il nous reste cependant, de ce travail patient et continu, une classification des sciences en deux volumes qui constitue, à elle seule, un édifice majestueux. Quant au point de vue social, Ampère était, comme cet autre géant, Balzac, presque son contemporain, de ces hommes qui, sous des apparences, disons conservatrices (sans vouloir froisser personne), parce que des sentiments profonds et nobles les

rattachent au passé, sont, en réalité, très en avance sur leur siècle par leur raison.

Ampère André-Marie, né en 1775, fut ce que nous appelons un autodidacte, c'est-à-dire qu'il se forma sans professeur, au moyen de livres. C'est encore là un motif d'admiration pour celui qui devint professeur d'analyse et de mécanique à l'Ecole polytechnique (1809), professeur de philosophie à la Faculté des Lettres (1819), professeur de physique générale et expérimentale au Collège de France (1829), en laissant de côté quantité d'autres titres plus ou moins scientifiques et officiels.

Son désir de connaître s'étendait à tout. Pour comprendre comment il en vint à dresser une classification générale des connaissances humaines, il est nécessaire de donner ici, au moins en simple énumération, la liste des sujets étudiés par lui dans le domaine des sciences pures ; on en appréciera la diversité.

Laissant de côté l'ordre chronologique, je vous rappellerai seulement qu'il a laissé six mémoires à l'Académie des Sciences sur des sujets mathématiques divers ; un travail sur la théorie mathématique du jeu ; un autre, sur les applications à la mécanique des formules du calcul des variations ; un autre, sur les propriétés des axes de rotation des corps ; un autre, sur la loi de Mariotte ; un mémoire sur la double réfraction, dans lequel il donna la loi qu'elle suit dans les cristaux avant même que l'expérience se soit prononcée ; les célèbres mémoires sur l'électrodynamique qui constituent, en physique, son plus beau titre de gloire ; une classification naturelle des corps simples qui constituait à l'époque un premier essai d'application à la chimie des méthodes scientifiques et qui a donné lieu à une multitude de rapprochements et d'explications vérifiés depuis par l'expérience ; une théorie sur la structure atomique et moléculaire des corps organiques basée sur la découverte de Gay-Lussac relative aux volumes des gaz composés et composants ; une théorie de la formation de la terre développée sur une idée d'Herschell ; des développements sur les conséquences de la présence et de la transformation de la vertèbre chez les insectes, sujet extrêmement brûlant, comme on sait, et dans lequel il prit parti nettement contre Cuvier, pour Geoffroy Saint-Hilaire, c'est-à-dire pour le transformisme.

Ce sont là ses contributions dans le règne des sciences qu'il appelait cosmologiques (monde matériel, connaissance). Mais celui des sciences noologiques (pensée, connaissance) avait été également de sa part, comme déjà dit, l'objet de recherches persévérantes, poursuivies dans l'esprit de la méthode de Descartes, pour lequel il aimait à professer son admiration. Mort trop jeune, il n'a laissé sur beaucoup de ses méditations que des fragments qui indiquent qu'il était arrivé à constituer « un système entièrement nouveau par lequel il était parvenu à se rendre compte de l'origine, de la nature et de la certitude de nos idées ». De ce système, la note placée, après la préface, en tête des deux volumes de la Classification des Sciences, ne donne qu'une idée très incomplète et cependant elle

agite déjà tant d'idées personnelles qu'il m'est impossible dans cette simple allocution d'en donner même un résumé.

La pensée humaine se compose de phénomènes et de conceptions. Les phénomènes sont sensitifs (sensations, images, concrétion) et actifs (émesthèse, automnestie, personnalité phénoménique). Les conceptions sont de quatre sortes et se rattachent aux quatre points de vue qui permettent dans la suite de classer naturellement les sciences en groupes et sous-groupes, etc. J'abrège,... car, dit Sainte-Beuve :

« Son esprit immense était le plus souvent comme une mer agitée ; la première vague soudaine y faisait montagne, le liège flottant ou le grain de sable y était aisément lancé jusqu'aux cieux.

» Etant un soir avec ses amis Camille Jordan et Degerando, il se mit à leur exposer le système du monde ; il parla treize heures avec une lucidité continue...

» Et celui qui, tout à l'heure, était comme le plus petit, parla incontinent comme les *antiques aveugles*, comme ils auraient parlé, venus depuis Newton. »

Heureusement, la Classification des Sciences, sans avoir été positivement terminée, puisque Ampère est mort entre les apparitions du premier et du second volume, et que son fils a dû mettre la main au second, présente néanmoins un ensemble complet.

Donner, en quelques minutes, un aperçu de cet ensemble est encore besogne impossible. Puis-je tenter d'en faire saisir les caractères généraux ?

L'esprit humain, dans son avidité de connaître, procède toujours de la même manière :

Il fait d'abord un premier examen de l'objet, simple, superficiel : c'est ce que Ampère appelle le point de vue *autoptique* (objet même, je vois).

Il cherche ensuite ce qu'il peut y avoir de caché : c'est le point de vue *cryptoristique* (caché, je détermine).

Il étudie ensuite les variations, les changements qu'éprouve l'objet suivant les lieux et les temps : c'est le point de vue *troponomique* (changement, loi).

Enfin, il recherche les relations de cause à effet, l'origine, etc... toutes les relations cachées et profondes qui peuvent exister : c'est le point de vue *cryptologique* (caché, connaissance).

Ce processus, toujours le même, découvert par Ampère, s'applique, d'après lui, à n'importe quelle recherche, quel que soit son degré de spécialité ou de généralité, qu'elle soit d'ordre cosmologique ou noologique. Pour le retrouver toujours, il suffit de choisir convenablement l'objet à considérer des quatre points de vue.

Il divise ainsi chacun des deux règnes cosmologique et noologique en quatre embranchements qui sont les quatre points de vue différents d'un même objet :

1° Les sciences cosmologiques, en sciences mathématiques, physiques, naturelles et médicales ;

2° Les sciences noologiques, en sciences philosophiques, nootechniques, ethnologiques et politiques.

Puis, chaque embranchement est subdivisé en quatre sciences du premier ordre qui sont encore les quatre points de vue différents d'un même objet :

Le premier embranchement du premier règne, par exemple, « sciences mathématiques », comprend l'arithmologie, la géométrie, la mécanique et l'uranologie (ciel, connaissance) ; le quatrième embranchement du deuxième règne, « sciences politiques », comprend l'économie sociale, l'art militaire, la nomologie (lois, connaissance) et la politique.

Enfin chaque science du premier ordre est subdivisée en quatre sciences du troisième ordre (et, disons-le en passant, en deux du second ordre) qui sont encore les quatre points de vue différents d'un même objet : Ainsi, par exemple, l'arithmologie, première science du premier ordre, est divisée en arithmographie, analyse mathématique, théorie des fonctions et théorie des probabilités, qui constituent les quatre points de vue autoptique, cryptoristique, troponomique et cryptologique d'un même objet : *le nombre*.

De même, la politique, dernière science du premier ordre, est divisée en ethnodicée (nations, droit), diplomatie, cybernétique (art de gouverner, en général) et théorie du pouvoir, sciences du troisième ordre, qui constituent les quatre points de vue autoptique, cryptoristique, troponomique et cryptologique d'un même objet spécial : *la politique* (prise au sens élevé du mot).

Je ne puis évidemment pas ici vous donner d'indications plus complètes, ni d'exemples plus nombreux, sous peine de devenir monotone.

Ampère arrive ainsi à dresser son tableau synoptique des sciences et des arts contenant 128 sciences du troisième ordre, dans lequel on trouve une série de périodicités : 4, 16 et 64 quant aux points de vue, et qui n'est pas sans analogie avec le tableau des corps simples de la chimie, — postérieur d'ailleurs — dans lequel on trouve certaines périodicités quant aux propriétés des corps, ceux-ci étant rangés d'après leur poids atomique.

Toutes les connaissances humaines prennent place dans ce tableau, les plus modestes comme les plus présomptueuses, celles qui sont arrivées à la perfection comme celles qui n'étaient, il y a un siècle, qu'à l'état embryonnaire, « tout ce que l'humanité a conquis et possède de plus précieux », je cite Littré. Là est le grand héritage de puissance et de gloire que les nations se lèguent et que les siècles accroissent. Sans doute, c'est un beau spectacle que d'observer les changements que l'homme a apportés dans le domaine terrestre ; ces villes qu'il a semées sur la surface de la terre et qui se forment comme des ruches, à mesure que les essaims de l'espèce humaine se répandent de tous côtés ; ces forêts qu'il a abattues pour se faire une place au soleil ; ces routes et ces canaux qu'il a tracés,

ces excavations profondes qu'il a creusées pour y chercher les pierres, les métaux et la houille; cette innombrable multiplication de végétaux qui lui sont utiles, substitués au luxe sauvage des campagnes désertes, tout cela atteste la puissance du travail humain.

» Mais ce travail est la moindre partie de ce que l'homme a fait; le trésor de sciences, qui s'est accumulé depuis l'origine des sociétés, est plus précieux que tout ce qu'il a fait produire à la terre, édifié à sa surface, arraché à ses entrailles. Une catastrophe dissiperait en vain tous ces ouvrages; de ses mains, il saurait à l'instant refaire ce qui aurait été détruit; sa condition n'en serait qu'un moment troublée et peut-être même les choses nouvelles sortiraient de ses mains plus régulières et moins imparfaites. Mais, s'il venait à perdre ces sciences qui lui ont tant coûté à acquérir, si son savoir, oublié soudainement, périssait avec les livres qui le renferment, rien ne compenserait pour lui une pareille perte. Rentré dans une seconde enfance, il errerait, sans pouvoir les imiter et sans même les comprendre, parmi les monuments de générations plus puissantes, comme le troglodyte au milieu des temples splendides et des ruines gigantesques de Thèbes aux cent portes. »

Ampère mit plusieurs années à ériger le monument philosophique dont nous venons de parler; il nous dit lui-même qu'il lui fit subir de nombreuses retouches, et l'on a bien l'impression qu'il n'est pas dans sa forme définitive et que, probablement pour des raisons de santé, Ampère s'est hâté de l'achever. Voici ce qu'il en dit :

« L'ouvrage qu'on va lire n'est que le programme d'un traité de mathésiologie (connaissance de l'enseignement) plus complet que j'aurais publié à la place de cet essai si le temps m'eût permis de l'écrire. Alors, j'aurais eu soin, en parlant de chaque science, de ne pas me borner à en donner une idée générale : je me serais appliqué à faire connaître les vérités fondamentales sur lesquelles elle repose; les méthodes qu'il convient de suivre, soit pour l'étudier, soit pour lui faire faire de nouveaux progrès, ceux qu'on peut espérer suivant le degré de perfection auquel elle est déjà arrivée; j'aurais signalé les nouvelles découvertes, indiqué le but et les principaux résultats des travaux des hommes illustres qui s'en occupent et, quand deux ou plusieurs opinions sur les bases mêmes de la science partagent encore les savants, j'aurais exposé et comparé leurs systèmes, montré l'origine de leurs dissentiments, et fait voir comment on peut concilier ce que ces systèmes offrent d'incontestable. »

Sainte-Beuve, en déplorant qu'Ampère n'ait pas pu achever son œuvre philosophique générale, dit :

« Il l'aurait fait, j'ose le dire, avec plus de richesse et de réalité que les philosophes éclectiques qui ont suivi, lesquels, n'étant ni physiciens, ni natura-

listes, ni mathématiciens, ni autre chose que psychologues, sont toujours restés, par rapport aux classes des *idées*, dans une abstraction et dans un vague qui dépeuple l'âme et en mortifie l'étude. »

Les citations suivantes vont maintenant nous faire pénétrer dans la vie intérieure de l'homme. Dans l'avertissement qui précède le second volume de la *Philosophie des Sciences*, voici ce que dit Jean-Jacques Ampère :

« Cette seconde partie complète cette classification des connaissances humaines que lui seul peut-être pouvait tenter :

» Elle comprend toutes les sciences de la pensée, tout ce qui se rapporte à l'intelligence de l'homme, aux actes et aux produits de cette intelligence; elle ferme le cercle encyclopédique tracé d'une main et, pour ainsi dire, d'un compas si sûr; elle montre que le grand géomètre, le physicien immortel, avait porté son regard partout où peut atteindre la méditation humaine, et que rien dans l'ensemble de la connaissance n'était demeuré étranger à cet esprit qui embrassait et dominait tout.

» On sera étonné, je crois, de voir, dans les lettres, dans les beaux-arts, dans l'histoire, mon père se mettre sans effort au niveau des résultats les plus élevés de la science, et traiter des sujets, qu'on eût jugé devoir être peu familiers à l'inventeur de la théorie électrodynamique, avec une lucidité et une méthode extraordinaires.

» Enfin, dans les chapitres qui traitent des sciences politiques, à ceux qui ne l'ont pas connu, quelque chose sera révélé des purs sentiments d'humanité dont son âme était, on peut dire, consumée. Sous la sécheresse apparente des formules, on découvrira un vif désir du bonheur et de l'amélioration des hommes. On le verra chercher, je cite ses paroles, « à établir des lois générales sur les rapports mutuels qui existent entre les différents degrés du bien-être ou du malaise des diverses populations, et toutes les circonstances dont ils dépendent, telles que les habitudes et les mœurs de ceux qui travaillent, leur plus ou moins d'instruction, leur plus ou moins de prévoyance de leurs besoins futurs et de ceux de leurs familles, le sentiment du devoir qui se développe dans les hommes à mesure que leur intelligence se perfectionne, les divers degrés de liberté dont ils jouissent depuis l'esclave jusqu'au paysan norvégien ou l'ouvrier de New-York ou de Philadelphie. »

» Ces grands problèmes sociaux qui avaient préoccupé mon père, faisaient pour lui partie d'une science qu'il appelait la cœnolbologie. Le mot peut sembler bizarre, mais traduisez : c'est la *science de la félicité publique...* »

Cette cœnolbologie à laquelle Jean-Jacques fait ici allusion est une science du deuxième ordre, faisant partie de l'économie sociale et comprenant elle-même deux sciences du troisième ordre, la cœnolbologie comparée et la cœnolbogénie, l'avant-dernière correspondant au point de vue troponomique et la dernière au point de vue cryptologique de l'objet spécial de l'économie sociale.

Voici ce qu'en dit Ampère lui-même :

« On a souvent restreint l'économie sociale à ce que j'ai appelé l'économie sociale proprement dite, c'est-à-dire l'étude de ce qui existe, sans s'occuper de cette autre partie de la science où l'on examine comment les divers modes de distribution des richesses et tant d'autres circonstances influent sur le bonheur des individus, la puissance et la prospérité des nations. C'est évidemment oublier le but final de l'économie sociale, c'est comme si, dans les sciences industrielles, on se bornait à la partie élémentaire de ces sciences, c'est-à-dire à la connaissance des procédés usités et des profits qui en résultent, sans rechercher quels sont les meilleurs procédés et les raisons pour lesquelles ils doivent être préférés. Ce but a été étrangement méconnu par une école trop célèbre qui s'est efforcée de substituer aux pensées généreuses généralement admises avant elle, des vues contraires à toute amélioration dans l'état social. Mais déjà une nouvelle école revient à des idées plus saines, et ses travaux conduisent à faire concourir toutes les parties de l'économie sociale vers la solution de cette grande question : faire vivre sur un terrain donné le plus grand nombre d'hommes, avec la plus grande somme de bonheur possible. »

Nous voyons ainsi apparaître, sous le froid exposé scientifique, un Ampère au cœur généreux. Voici encore une lettre, du 10 mars 1817, à un de ses amis M. Gosse.

« ...En attendant ma lettre à Roux, je vous envoie quelques fragments d'une doctrine sur laquelle je vous prierai de lui demander son avis. On ne doit pas craindre le développement de l'industrie et des inventions de machines successives, de procédés pour abréger le travail, etc. A mesure que le travail d'un même nombre d'hommes produit davantage, les produits diminuent de prix et l'usage s'en étend de classe en classe.

» Il faut encourager ce progrès jusqu'à ce que le dernier agriculteur ait de bons aliments, de bons vêtements, des habitations salubres, etc., souhaitons que ces idées se développent et se multiplient. On dit qu'alors l'agriculteur ne voudra plus travailler : l'expérience prouve le contraire. Le paysan, l'ouvrier espagnol ou le bas-breton ne fait rien, la moitié du temps, que de rester couché dans sa sale cabane. Celui du Dauphiné, de la Normandie, emploie tous ses moments pour ne pas perdre une partie du bien-être auquel il est habitué.....

» Cet état supérieur à ce que nous voyons sera le résultat infaillible de la marche toujours accélérée de l'esprit humain.....

» Que ces opinions restent entre Roux et nous : *elles me feraient lapider...* Nous voilà déjà délivrés de deux grands fléaux qui ont failli étouffer la France : de l'esprit jacobin, qui ne voulait que du pain et du fer, et de l'esprit militaire qui demandait des hommes et des richesses pour ceux qui détruisaient au lieu de produire. »

Je veux suspendre un instant ces citations pour faire remarquer qu'ici la générosité naturelle d'Ampère nuit pour un instant à sa géniale lucidité : il nous croit délivrés, en 1817, de l'esprit militaire!...

Et pourtant, cette confiance inépuisable, cet immense amour de l'humanité auraient eu quelque raison, chez d'autres, d'être éclipsés par la terrible épreuve qu'il dut subir : il avait dix-huit ans, en 1793, quand son père fut guillotiné, pour avoir conservé ses fonctions de juge de paix, à Lyon, pendant le siège de la ville. Cette mort fut un coup affreux pour le jeune Ampère et sa douleur suspendit pendant quelque temps toutes ses facultés.

Mais il avait hérité des convictions du père « qui mourut comme tant de Constituants illustres, comme tant de Girondins, fils de 89 et 91, enfants de la Révolution, dévorés par elle, mais pieux jusqu'au bout, et ne la maudissant pas! » (Sainte-Beuve.)

La souffrance morale ennoblit-elle le caractère comme certains l'affirment? Le cas d'Ampère semble confirmer cette thèse, car, pour quiconque suit sa vie dans les documents qui nous restent, il est hors de doute que les dures épreuves ne lui furent pas épargnées. Je vous ferai grâce de ces tristesses.

Je laisse de nouveau parler Sainte-Beuve :

« La Révolution de 1789, en éclatant, avait retenti jusqu'à l'âme du studieux, mais impétueux jeune homme, et il en avait accepté l'augure avec transport. » (Il avait alors quatorze ans, et la nouvelle de la prise de la Bastille était venue le surprendre dans ses montagnes de Poleymieux.)

» Il eut foi, toujours et de plus en plus, et avec cœur, à la civilisation, à ses bienfaits, à la science infatigable en marche vers les *dernières limites, s'il en est, des progrès de l'esprit humain.* » (Préface de la Philosophie des Sciences.)

Il aimait à répéter que le métier de conquérant lui faisait horreur.

Il écrivait à sa sœur : « T'ai-je dit que j'avais été présenté à l'Empereur il y a quinze jours? J'ai vu tout à mon aise cet homme célèbre qui t'inspire, *à toi*, de l'admiration. Que n'a-t-il autant de sensibilité que de génie! »

En 1828, à cinquante-trois ans, atteint d'une bronchite chronique qui devait l'emporter huit ans plus tard, il dut aller passer l'hiver dans le Midi, à Hyères. En ce temps, le voyage était bien long; son fils et un ami l'accompagnaient dans la voiture, et des causeries interminables, comme il en avait le secret, faisaient oublier à ses compagnons la lenteur du procédé de locomotion.

Comme Jean-Jacques lui reprochait un jour de trop se fatiguer, il s'écria : « Ma santé, ma santé! Il s'agit bien de ma santé? Il ne doit être question entre nous que de vérités éternelles, des choses et des hommes qui ont été funestes ou utiles à l'humanité! »

Je pense vous avoir suffisamment montré que le génie universel d'Ampère l'avait emporté, voilà plus d'un siècle, vers la conception la plus moderne de la vie sociale.

Chez lui le génie apparaît en tout. Comme celui de Léonard de Vinci, son vaste cerveau se complaît à tous les travaux de la pensée, mais, favorisée peut-être par les circonstances, son œuvre est autrement féconde que celle du grand Florentin.

Encore une fois, il n'est pas dans mon intention de vous parler de l'œuvre d'Ampère en physique, mais je ne puis terminer sans dire quelques mots de la partie capitale de cette œuvre, celle qui a trait à l'électricité. Je laisse d'abord parler Littré.

« Ce ne fut pas M. Œrsted qui s'engagea dans cette route : le fait observé, il l'interpréta mal.

» Les accidents très variés du phénomène lui firent illusion, il ne sut rien y voir de constant, et il n'était pas assez maître de l'analyse mathématique pour ramener à un principe commun les mouvements complexes qu'il observait...

» Peut-être la science se serait-elle arrêtée longtemps devant l'observation de M. Œrsted et, égarée par des théories insuffisantes et fausses, comme par de vaines lueurs, aurait-elle perdu la voie véritable des découvertes qui devaient si rapidement l'enrichir. Mais, heureusement, il se trouva alors un esprit aussi systématique qu'habile à manier l'analyse mathématique ; celui-là ne s'arrêta pas devant les apparences du phénomène. Trop habitué, par sa nature même, à remonter du particulier au général, trop instruit des lois rationnelles de la mécanique pour croire qu'il eût trouvé quelque chose d'important, s'il n'avait pas trouvé une formule qui contînt tous les faits sans exception, M. Ampère se mit à l'œuvre et donna à la découverte de M. Œrsted une face toute nouvelle et une portée inattendue... »

Puis viennent des dissertations sur l'enchaînement connu : action d'un courant sur un aimant, action d'un courant sur un courant, action d'un champ magnétique sur un courant, puis ;

« L'homme le moins habitué aux spéculations de la physique comprendra qu'en tout ceci, M. Ampère n'a rien dû au hasard, et qu'il n'a trouvé que ce qu'il a cherché.

» Il y a là l'expression d'une des conditions les plus réelles du *vrai génie* dans les sciences, à qui les découvertes n'arrivent *point par un hasard,* mais qui va au-devant d'elles par une sorte de pressentiment. »

On confond, en effet, trop volontiers, surtout aujourd'hui, celui qui fait une découverte par hasard, qui n'en voit même pas la portée, avec celui qui *va au-devant.*

Voici encore ce que dit Maxwell, cet autre géant de la physique, de la partie de cette œuvre concernant l'action des courants sur les courants :

« L'étude expérimentale par laquelle Ampère a établi les lois de l'action

mécanique qui s'exerce entre les courants électriques constitue un des plus brillants exploits de la science.

» Il semble que cet ensemble de théorie et d'expérience ait jailli dans toute sa puissance, avec toutes ses armes, du cerveau du Newton de l'électricité. La forme en est parfaite, la rigueur inattaquable et le tout se résume en une formule, d'où peuvent se déduire tous les phénomènes et qui devra toujours rester la formule fondamentale de l'électrodynamique ».

Mais il y a plus : pour quiconque réfléchit aux causes et à l'enchaînement des faits relatifs à l'évolution de l'industrie électrique, il n'est pas douteux que ce sont les découvertes d'Ampère qui constituent le point de départ *réel* de cette évolution. On peut évidemment remonter jusqu'à Thalès de Milet, mais l'essor formidable de cette industrie moderne, qu'il s'agisse de petite énergie ou de grosse énergie, a sa cause initiale dans les découvertes d'Ampère relatives aux actions mécaniques des courants, complétées ensuite par celles de Faraday relatives à l'induction.

A mon sens, l'hypothèse des courants particulaires ne fut pas moins géniale, et je trouve qu'en général, on n'insiste pas assez sur la fécondité de cette hypothèse. C'est en somme sur une généralisation de cette conception, l'électron en mouvement de rotation, que repose tout l'édifice de la Physique moderne.

Mais il semble qu'Ampère eut beaucoup de peine à faire admettre ses idées par les savants de son époque. Littré nous dit que Fourier fut à peu près le seul à les accueillir avec faveur.

La résistance des savants étrangers fut encore plus grande, et l'on s'en aperçut bien soixante ans plus tard, au Congrès international de 1881.

Electriciens, nous sommes fiers à juste titre d'avoir été les premiers à posséder un système *international* de mesure et d'unités qui fut adopté dans cet immortel congrès.

En ce qui me concerne, cette fierté n'est pas absolument sans mélange ; il s'y mèle quelque peu le regret que ces avantages pratiques considérables n'aient été obtenus qu'au détriment de la gloire d'Ampère, et au fond, de la solidité de l'assise de l'édifice. Je m'explique ; il y avait alors trois systèmes en présence :

1° Le système *électrodynamique,* appuyé sur les travaux d'Ampère, simple, tangible : un courant, une force, le courant se mesure par la force ; le courant qui est la grandeur qui nous intéresse le plus s'obtient directement ; les autres grandeurs, qui sont d'un intérêt moins immédiat, s'en déduisent.

2° Le système *électrostatique*, plus artificiel, en tout cas plus indirect puisqu'il part de la force exercée entre quantités d'électricité, qui sont des intégrales de courants. Néanmoins ce système repose encore sur des bases réelles puisqu'il est admis maintenant que l'électron n'est pas une simple fiction.

3° Le système *électromagnétique*, plus indirect encore que le précédent et tout à fait artificiel puisqu'il part de la force exercée entre quantités de magnétisme, que tout le monde s'accorde aujourd'hui pour dire inexistantes physiquement. C'est celui qui fut adopté pour exprimer les unités pratiques.

Ainsi la masse magnétique, n'ayant aucune existence légale et ne pouvant pas en avoir, servit de base à l'établissement des unités légales internationales!

Mais voilà ! le système électrodynamique était né français et la défaite militaire de 1870 pesait encore lourdement sur nous. Disons-le aussi nettement : il n'y avait pas chez nous, de quoi tenir tête à une coalition étrangère qui comptait des hommes comme lord Kelvin, von Helmholtz, Clausius, Kirchhoff, Wiedemann et les deux Siemens...

Consolons-nous ! Ampère lui-même, je pense, nous y engagerait : l'important, c'est *l'accord*, même sur des choses imparfaites, car toutes choses sont imparfaites, plus ou moins.

Et la ténacité de Mascart obtint que l'unité de courant fût l'*Ampère*, et non le *Weber* comme le voulaient les Allemands. Grâce à lui, le nom d'Ampère est répété tous les jours des milliers de fois par toute la terre. C'est déjà l'immortalité, cela !

Mais qu'avons-nous fait, nous, Français, pour sa glorification?

Faisant allusion à la fin d'Ampère, Sainte-Beuve dit : « En reportant son regard, du haut de la montagne de la vie, vers ces sciences qu'il comprenait toutes, et dont il avait agrandi l'une des plus belles, il put atteindre un moment au bonheur serein du sage et reconnaître en souriant ses domaines ».

Mais s'il pouvait, pour un instant, sortir aujourd'hui de son tombeau et reconnaître à nouveau ses domaines, il verrait partout de gigantesques alternateurs qui déversent l'énergie à torrents sur de vastes étendues ; partout la lumière qui rivalise de subtilité avec l'aurore boréale ; la matière inerte animée, vivifiée par le mouvement, transfigurée par les réactions électrochimiques ; partout la voix humaine franchissant les espaces à perte de vue ; la pensée humaine transmise instantanément par toute la terre. Devant tant de magnificence, il croirait les hommes réconciliés, son rève réalisé, et son cœur déborderait de joie et d'allégresse.

# AMPÈRE

## Son œuvre en électricité [1]

Un siècle s'est écoulé depuis le temps où la science électrique a réalisé un de ses plus grands progrès, par le génie d'un homme qui a illustré sa ville natale et la France entière ; le nom d'André-Marie Ampère grandira d'âge en âge, à mesure que les générations comprendront mieux la beauté et la fécondité de son œuvre.

Notre illustre compatriote, né à Lyon le 22 janvier 1775, passa toute sa jeunesse dans le beau pays où nous nous trouvons réunis. Enfant précoce, portant à toutes choses un intérêt passionné, il dévora tous les livres qu'il eut à sa disposition. La grande Encyclopédie, en 20 volumes in-folio, fut longtemps sa lecture favorite ; la merveilleuse mémoire dont il était doué lui fit retenir, presque textuellement, de longs passages de ce colossal ouvrage. Son génie mathématique se révéla de très bonne heure ; il apprit le latin pour pouvoir lire les ouvrages d'Euler et de Bernoulli ; nous le trouvons aussi inventeur d'une langue universelle, composant un poème dans cet idiome compris de lui seul ; nous le voyons plus tard herborisant sur les collines de Poleymieux et acquérant, en botanique, des connaissances approfondies, qui devaient étonner un jour ses confrères de l'Institut.

Son père, qui allait bientôt périr victime des passions révolutionnaires, avait reconnu la puissance de ce grand esprit et disait : « quant à mon fils, il n'y a rien que je n'attende de lui » ; et l'avenir devait lui donner raison. Aussi laissa-t-il, se développer en liberté et en tous sens cette belle intelligence ; il est permis de penser, quoi qu'on en ait dit, que c'était là ce qu'il fallait pour ne pas briser la spontanéité d'un génie auquel les règles communes ne pouvaient s'appliquer.

Les premiers travaux publiés par Ampère eurent pour objet les mathématiques pures, qui, jusqu'à ses belles découvertes en électricité, formèrent la

[1] Discours prononcé par M. Gouy, membre de l'Institut, professeur à l'Université de Lyon, le 3 juillet 1921, à Poleymieux (Rhône).

plus grande part de son œuvre scientifique. *Les considérations sur la théorie mathématique du jeu*, qu'il publia à Bourg, où il faisait ses débuts comme professeur de mathématiques et de physique, et un mémoire sur l'*Application du calcul des variations à la Mécanique*, lui valurent de puissantes protections. Il fut nommé professeur de mathématiques au lycée de Lyon, et ainsi put revenir vivre auprès de sa femme et de son fils Jean-Jacques, qui devait, dans les lettres, se faire un nom estimé.

Mais son bonheur fut de courte durée; il perdit sa jeune femme et le séjour de Lyon lui devint pénible; il voulut partir pour échapper à de tristes souvenirs. Ses protecteurs, Delambre, Lalande et Laplace le firent nommer répétiteur à l'Ecole Polytechnique, où il fut plus tard professeur d'analyse et de mécanique. Il joignit ensuite à ces fonctions celle d'Inspecteur général de l'Université.

Arrivé à Paris, Ampère, après les jours troublés d'une seconde union, vécut dans la société des savants et des philosophes. Il fut longtemps préoccupé de métaphysique, de psychologie, d'idées générales sur la classification des sciences, où il a laissé une œuvre pleine d'aperçus nouveaux, comme tout ce qui sortait de sa plume. Nous le voyons aussi, épris d'histoire naturelle, prendre part, avec une grande vivacité, à la discussion célèbre qui s'établit entre Cuvier et Geoffroy St-Hilaire sur l'unité de composition des êtres organisés, qu'il avait pressentie déjà en 1803. Il méditait en même temps sur les principes de la chimie et formulait, en 1814, l'hypothèse célèbre de l'égalité du nombre de molécules pour tous les gaz, dans les mêmes conditions de volume, pression et température. Ce principe, dont toutefois la priorité appartient à Avogadro, est resté la base fondamentale de la chimie moderne.

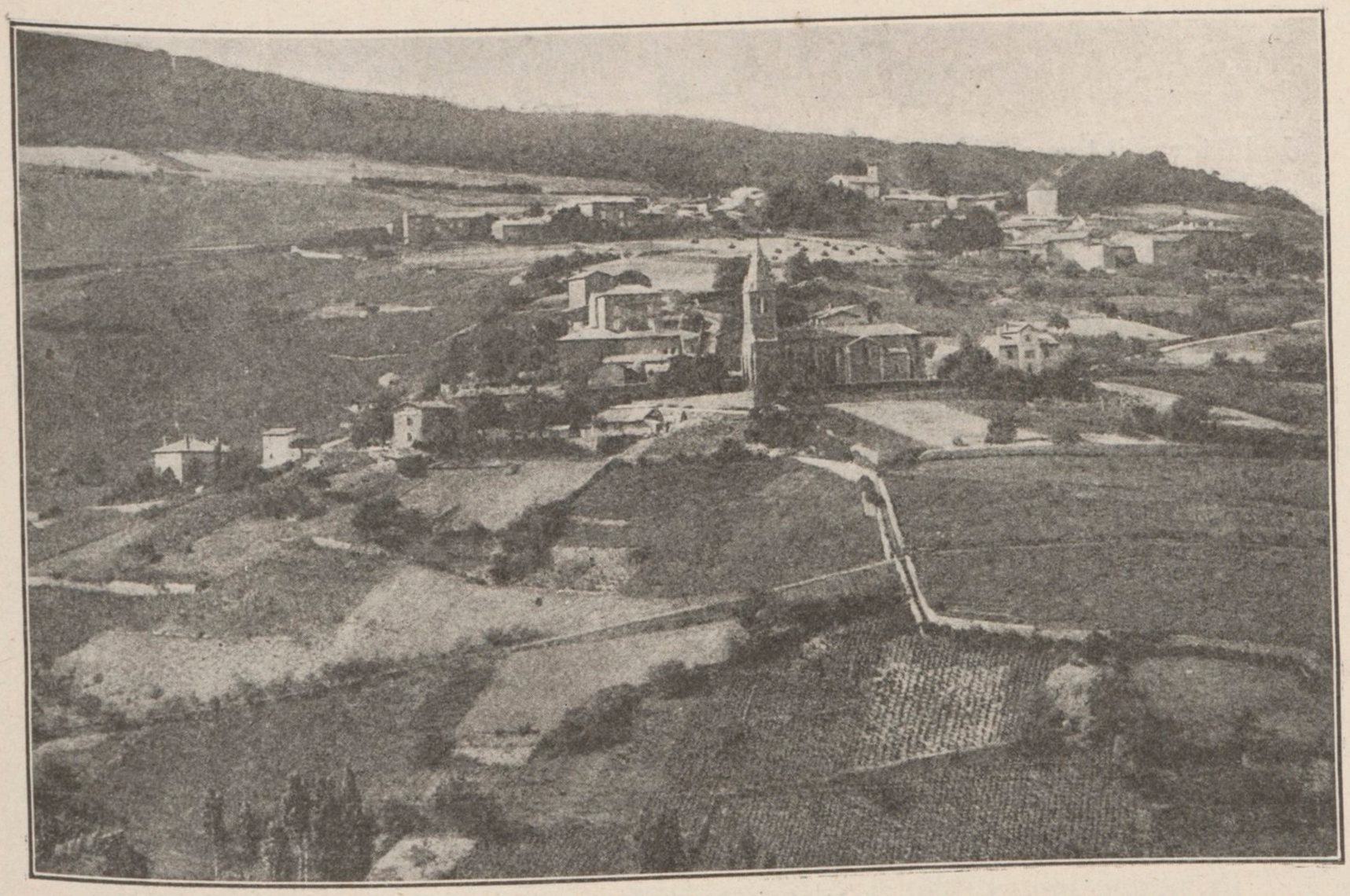
Cependant, il ne négligeait pas les mathématiques. Ses mémoires dans ce genre sont nombreux et ne se prêtent pas à une analyse sommaire; disons seulement qu'ils suffiraient à une réputation scientifique de premier ordre, et qu'ils le firent entrer à l'Académie des Sciences, en 1814, dans la section de géométrie.

Mais son œuvre capitale, qui a immortalisé son nom, c'est l'électrodynamique et l'électromagnétisme.

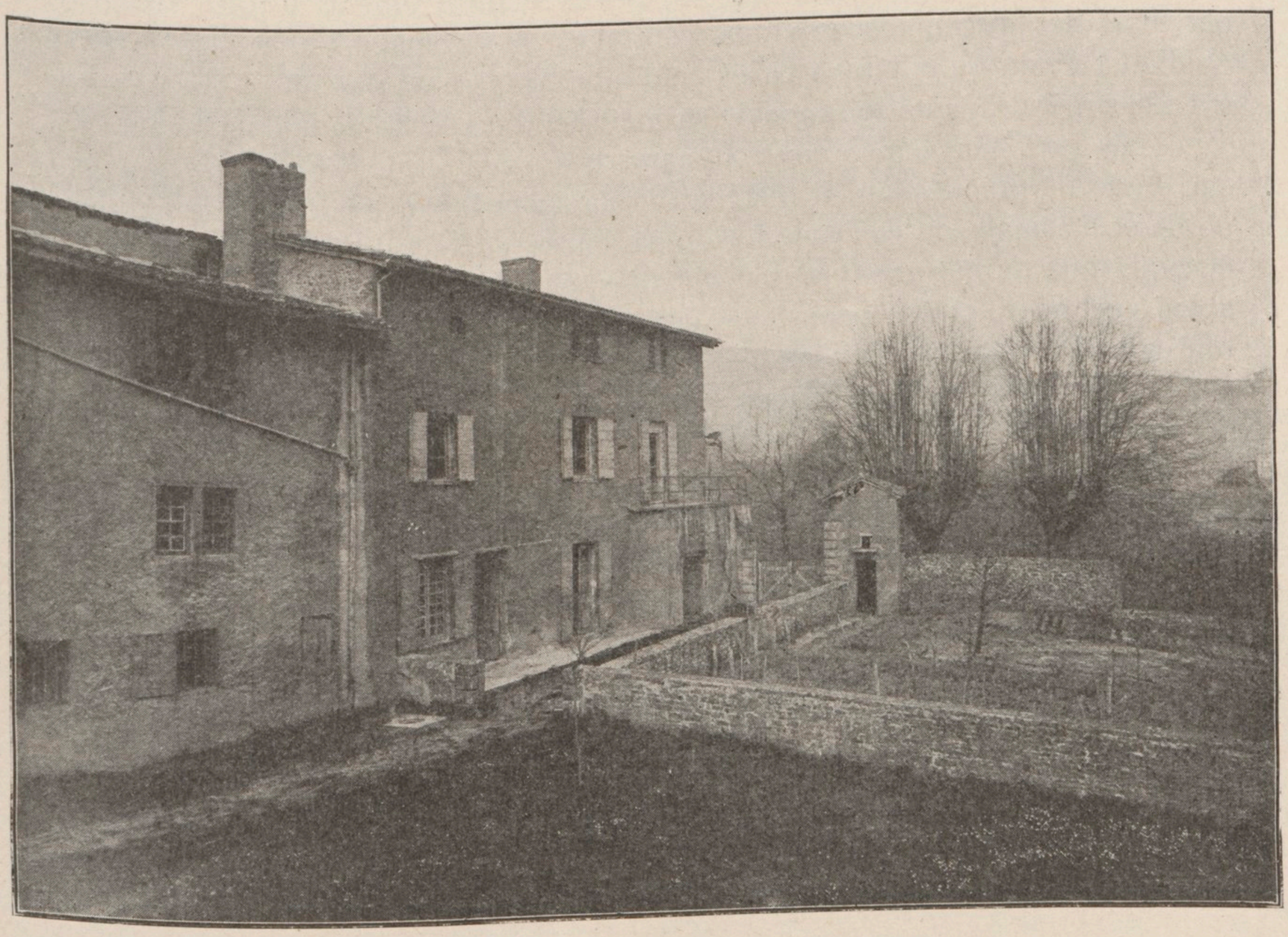
En 1819, Œrsted découvrit l'action du courant électrique sur l'aiguille aimantée. Arago, ayant vu à Genève cette expérience reproduite par de la Rive, en fit la démonstration à l'Académie des Sciences, le 11 septembre 1820. Dès la séance suivante, Ampère annonçait l'existence de l'action mutuelle des courants et créait ainsi l'électrodynamique.

Alors commença un grand mouvement scientifique, où les découvertes se succédèrent rapidement, et d'où, en peu d'années, l'électrodynamique et l'électromagnétisme sortirent constitués d'une manière définitive.

Ampère donnait aussitôt l'énoncé classique qui définit le sens de l'action du courant sur l'aiguille aimantée. Dans l'expérience d'Œrsted, la force directrice



Vue de Poleymieux



La maison natale d'Ampère à Poleymieux

de la terre intervenait, et rendait le résultat moins net. Ampère construisit une aiguille astatique, montée sur un pivot parallèle au champ terrestre, qui était annulé ; l'aiguille se mettait en croix avec le courant, quelle que fût son intensité.

Bientôt, complétant une idée antérieure, il indiquait le principe du télégraphe électrique. Des conducteurs, en nombre égal à celui des lettres de l'alphabet, agissaient sur autant d'aiguilles aimantées, et aboutissaient, d'autre part, à un clavier ; l'opérateur lançait le courant dans l'un ou l'autre à volonté. Il ne manquait à ce projet, pour être réalisable, que l'idée d'employer un seul fil avec des signaux combinés, comme on l'a fait plus tard.

Puis vint un jour mémorable ; Arago avait observé qu'un courant rectiligne agissant sur la limaille de fer, en attire les grains en les aimantant, et aimante de même de petites aiguilles d'acier ; ce dernier fait avait été remarqué depuis longtemps pour les décharges électriques.

Ampère eut l'idée de donner au fil conducteur la forme d'une hélice ou d'une bobine creuse, entourant le noyau de fer, et créa ainsi l'électroaimant, découverte d'une immense portée.

En même temps, Biot et Savart trouvaient par l'expérience la loi de l'action d'un courant sur un pôle d'aimant, et Laplace en déduisait la formule élémentaire de l'Electromagnétisme, qui est restée définitivement acquise. Faraday observait les premières rotations continues électromagnétiques ; de la Rive étudiait l'action de la terre sur les courants. Ampère expliquait ces expériences avec la supériorité que lui donnait sa maîtrise dans le domaine mathématique.

Mais les phénomènes électrodynamiques, qu'il avait découverts, restaient son étude de prédilection. Il cherchait à établir la loi qui régit l'action mutuelle de deux éléments de courant. Les expériences étaient difficiles ; il ne pouvait être question de mesures proprement dites, en raison de l'absence d'instruments aptes à cet usage et de l'inconstance des courants dont on disposait alors. Ampère tourna la difficulté en considérant des états d'équilibre, indépendants de l'intensité du courant. Après quelques tâtonnements et des expériences variées, il donna sa formule célèbre qui est restée dans la science sans changement. Cette formule est cependant rarement employée aujourd'hui ; on préfère se servir d'un théorème fondamental, démontré aussi par lui, qui ramène l'action d'un courant à celle d'un feuillet magnétique, et qui permet, le plus souvent, de résoudre d'une manière simple et intuitive les problèmes qui se posent dans les recherches scientifiques ou dans les applications industrielles.

Les savants de l'époque, formés à l'école de Newton et habitués à considérer des forces centrales, ne virent pas sans étonnement ces expressions de forces élémentaires, qui ne sont pas dirigées suivant la droite qui joint leurs points d'application, ou même qui ont leur point d'application en dehors du corps sur lequel elles doivent agir, comme, par exemple, la force exercée par une portion de courant sur un aimant. Ce ne fut qu'à la longue et en présence de véri-

fications expérimentales incontestables, qu'ils se résignèrent à accepter ces nouveautés, tout en faisant la réserve que ce n'étaient pas là des forces élémentaires dans le vrai sens du mot. Nous pouvons comprendre cet état d'esprit, nous qui, dans une crise bien plus grave, devant les succès grandissants des théories des quanta et de la relativité, voyons, non sans surprise, disparaître ou s'obscurcir momentanément des principes de physique, de mécanique et même de géométrie, qui avaient notre confiance toute entière.

Avec le développement de la théorie, d'autres objections se présentaient. Ampère détruisait, sans doute à jamais, l'idée du magnétisme considéré comme indépendant de l'électricité. D'après son hypothèse célèbre, les molécules des corps sont le siège de courants intérieurs, constants et indestructibles, qui agissent entre eux et sur les courants ordinaires suivant les lois de l'Electrodynamique. Ces courants moléculaires sont en général orientés de toutes les manières possibles ; quand le corps s'aimante, ils se trouvent ramenés plus ou moins exactement au parallélisme. Cette hypothèse hardie a été précisée quand on a vu ces courants moléculaires réalisés par les mouvements des électrons, décrivant dans la molécule des orbites variées. Mais on se demandait comment ces courants pouvaient ainsi persister sans dépense d'énergie, comment ces mouvements d'électrons ne produisaient pas un rayonnement électromagnétique. La théorie des quanta, aussi féconde qu'obscure, lève la difficulté en nous enseignant que de tels mouvements d'électrons ne peuvent pas en effet produire de radiations, ni de perte d'énergie. On a vu, du reste, depuis quelques années, dans le laboratoire frigorifique créé à Leyde, par un physicien éminent, des courants circuler sans aucune dépense d'énergie, sans affaiblissement sensible pendant des heures entières, à des températures très voisines du zéro absolu. Les courants moléculaires, maintenant plus en crédit que jamais, sont une des plus belles conquêtes que la physique doive au génie d'Ampère; ils sont demeurés la base de nos théories magnétiques.

En 1824, sa grande œuvre étant presque achevée, Ampère fut nommé professeur au Collège de France. La préparation de deux enseignements d'un ordre élevé, les fonctions d'inspecteur général dont il s'acquitta toujours avec une grande fatigue, des malheurs de famille, des soucis matériels, réduisirent beaucoup son activité scientifique et ruinèrent sa santé. Il mourut en 1836, en tournée d'inspection au Collège de Marseille, âgé de 61 ans.

On peut regretter que ses contemporains, voyant à l'œuvre de telles facultés créatrices, n'aient pas su mieux ménager cette force de la nature, en donnant à ce grand esprit les moyens de se livrer en paix à ses fécondes méditations. Il fallait sans doute le recul du temps, qui met chaque chose à sa vraie place, pour en faire comprendre toute la valeur, même au seul point de vue des intérêts matériels.

Pour les applications de la science électrique, l'œuvre capitale d'Ampère, c'est l'invention de l'électroaimant. Il est impossible de se rendre compte, d'un

seul coup d'œil, de son rôle incomparable dans l'art de l'électricien. Sans lui, pas d'applications mécaniques de l'électricité, pas de télégraphe ni de téléphone, pas de courant produit par la force motrice; rien d'important en un mot, au point de vue pratique. Les trois découvertes capitales : le courant, l'électro-aimant, l'induction, feront vivre à jamais les noms de Volta, d'Ampère et de Faraday. De ces trois noms glorieux, celui de notre compatriote n'est pas le moindre, et il est assuré de traverser les siècles. Toujours le praticien, en regardant son ampèremètre, se rappellera le créateur légendaire de l'électricité industrielle; le professeur parlera de l'observateur d'Ampère, couché sur le courant, la face tournée vers l'aiguille aimantée; l'historien des sciences dira qu'Ampère fut le Newton de l'électricité,

Devant le beau monument élevé à sa mémoire par la ville de Poleymieux, l'Université de Lyon se joint aux admirateurs d'Ampère pour rendre hommage à ce puissant génie, bienfaiteur de l'Humanité.

# AMPÈRE

## Sa Vie

---

André-Marie Ampère est né à Lyon, le 22 janvier 1775, et est mort à Marseille, le 10 juin 1836. Son père, négociant très estimé, s'étant retiré dans une petite propriété à Poleymieux-les-Mont-d'Or, près de Lyon, Ampère fut élevé sans maîtres. La faculté qui se développa la première chez lui fut celle du calcul arithmétique; avant de connaître des chiffres, il faisait à l'aide de cailloux peu nombreux de longues opérations. Son père avait commencé à lui enseigner le latin, mais, lorsqu'il vit cette disposition extraordinaire pour les mathématiques, il la favorisa et procura à son fils les livres nécessaires. Ampère apprit tout seul les mathématiques élémentaires et l'application de l'algèbre à la géométrie. Il était âgé de onze à douze ans, quand son père l'emmena à Lyon, voir l'abbé Daburon, inspecteur général des études du Collège afin de lui procurer à la bibliothèque de cet établissement les ouvrages d'Euler et de Bernoulli. Etonné de la précocité du jeune Ampère, l'abbé Daburon lui donna quelques leçons pour l'initier au calcul différentiel et à l'analyse mathématique. Un ami de l'abbé, qui s'occupait de botanique, s'intéressa également à l'enfant qui prit un goût violent pour les sciences naturelles. En même temps, Ampère se passionnait pour la lecture de toutes sortes de livres et, en particulier, pour l'Encyclopédie du XVIII^e^ siècle qu'il connut bientôt, d'un bout à l'autre.

Doué d'une mémoire extraordinaire, Ampère n'oubliait jamais ce qu'il avait appris; toutes les sciences, tous les arts l'intéressèrent et aucune connaissance humaine ne lui était étrangère. A dix-huit ans, il étudiait la mécanique analytique de Lagrange dont il avait refait presque tous les calculs. Il accueillit avec transport la révolution de 1789 dont les idées l'enthousiasmaient. Il y avait, disait-il, trois événements qui avaient eu un empire sur sa vie; l'un était la lecture de l'éloge de Descartes par Thomas, lecture à laquelle il devait son premier sentiment d'enthousiasme pour les sciences physiques et philosophiques. Le second événement était sa première communion qui détermina en lui le sentiment religieux et catholique qu'il conserva ineffaçable toute sa vie. Enfin, il comptait

pour le troisième de ces événements décisifs, la prise de la Bastille qui avait développé et exalté d'abord en lui son sentiment libéral. Ce sentiment demeura toujours en lui et il le témoigna par la foi qu'il eut toujours de plus en plus en la civilisation, en ses bienfaits, en la science infatigable en marche vers les dernières limites, s'il en est, des progrès de l'esprit humain.

D'une nature très expansive, il sentit toute sa vie le besoin de l'amitié ; quand il perdit sa sœur aînée qui avait eu une grande influence sur son enfance, il composa sur elle des vers qui sont un témoignage de sa sensibilité. En 1793, une nouvelle et terrible douleur vint encore la mettre à l'épreuve ; son père, qui était juge de paix à Lyon avant le siège, conserva ses fonctions pendant le siège ; après la prise de la ville, on lui en fit un grief et il fut traduit devant le tribunal révolutionnaire et guillotiné comme aristocrate. A l'annonce de cette horrible exécution, Ampère terrassé par la douleur perdit toutes ses facultés et devint comme hébété, il passa son temps à contempler machinalement le ciel et à faire des petits tas de sable, il ne reconnut même plus les lieux où il avait été élevé. Ses lettres sur la Botanique de J.-J. Rousseau et les vers d'Horace de l'ode à Licinius :

« Sæpius ventis agitatur ingens
Pinus et celsæ graviore casu
Decidunt turres feriuntque summos
Fulmina montes ».

lus dans un Corpus poetarum latinorum ouvert par hasard le tirèrent de sa torpeur environ un an après.

Le voilà lancé sans peine dans l'étude de la botanique et des poètes du siècle d'Auguste ; il se mit à parcourir les bois et les campagnes en herborisant et déclamant des vers latins. Rentré chez lui, Ampère classait dans un petit jardin les plantes qu'il avait cueillies avec leurs racines. De 1794 à 1797, Ampère se donna complètement aux lettres, et, après avoir épuisé tous les poètes latins, se mit à apprendre le grec. Il composa des vers français, ébaucha un nombre considérable de poèmes, tragédies, comédies, qui, la plupart du temps, ne furent jamais terminés ou, pour être plus exact, étaient clôturés définitivement au milieu d'une tirade par quelque formule mathématique. Atteint d'une forte myopie, Ampère admirait la nature, bien qu'il ne pût en connaître toutes les merveilles ; ce n'est qu'à l'âge de 19 ans qu'un de ses amis, M. Ballanche, myope également, lui mit par hasard ses lunettes : ce fut pour Ampère un véritable éblouissement, une révélation, un ravissement sans bornes ; il comprit pour la première fois les merveilles de la lumière sur les montagnes et les forêts, l'éclat des fleurs, la beauté des campagnes sous un jour encore inconnu de lui.

Ce grand savant était d'ailleurs sujet à des éclosions subites de sentiments passionnés. A 30 ans, après avoir étudié l'acoustique, mais manquant totalement du sens musical, il se sentit comme par enchantement transporté dans un autre monde par l'audition d'une mélodie de Glück et il versa des larmes abondantes ;

depuis ce jour, son âme ne fut plus fermée aux beautés de l'art musical. D'une intelligence extraordinaire, Ampère a touché à toutes les sciences et y est passé maître sans avoir pris encore une direction définitive. Mathématiques, physique, chimie, sciences naturelles, lettres, arts, métaphysique, il a tout étudié, mais ce n'est qu'à partir de 1820, qu'il se consacra exclusivement à la physique sans abandonner pour cela la philosophie.

On aurait pu croire qu'absorbé par des travaux si variés, ce jeune homme aurait laissé de côté les passions de la jeunesse; il n'en est rien et l'histoire de son mariage est un véritable roman. Il avait 21 ans. Le 10 août 1796, il se promenait dans la campagne aux environs de Lyon, après le coucher du soleil, le long d'un ruisseau solitaire, lorsqu'il aperçut deux jeunes filles qui faisaient des bouquets ; il ne les a jamais vues auparavant, il ne sait qui elles sont ni à quelle famille elles appartiennent; il n'en décide pas moins sur-le-champ que l'une sera sa femme. Il se renseigne sur la demeure des parents et le soir même va demander la main de la jeune fille, M^lle^ Julie Carron, qu'il n'épousa toutefois que 3 ans après, le 2 août 1799. Il composa à cette époque un journal de sa vie intitulé « *Amorum* » dans lequel il conte, jour par jour, toute l'histoire de ses sentiments, de son amour, de son mariage et qu'il continua à rédiger jusqu'à la mort de sa femme. De son union avec M^lle^ Julie Carron, Ampère eut un fils qui naquit le 12 août 1800 et fut plus tard un littérateur spirituel et un académicien.

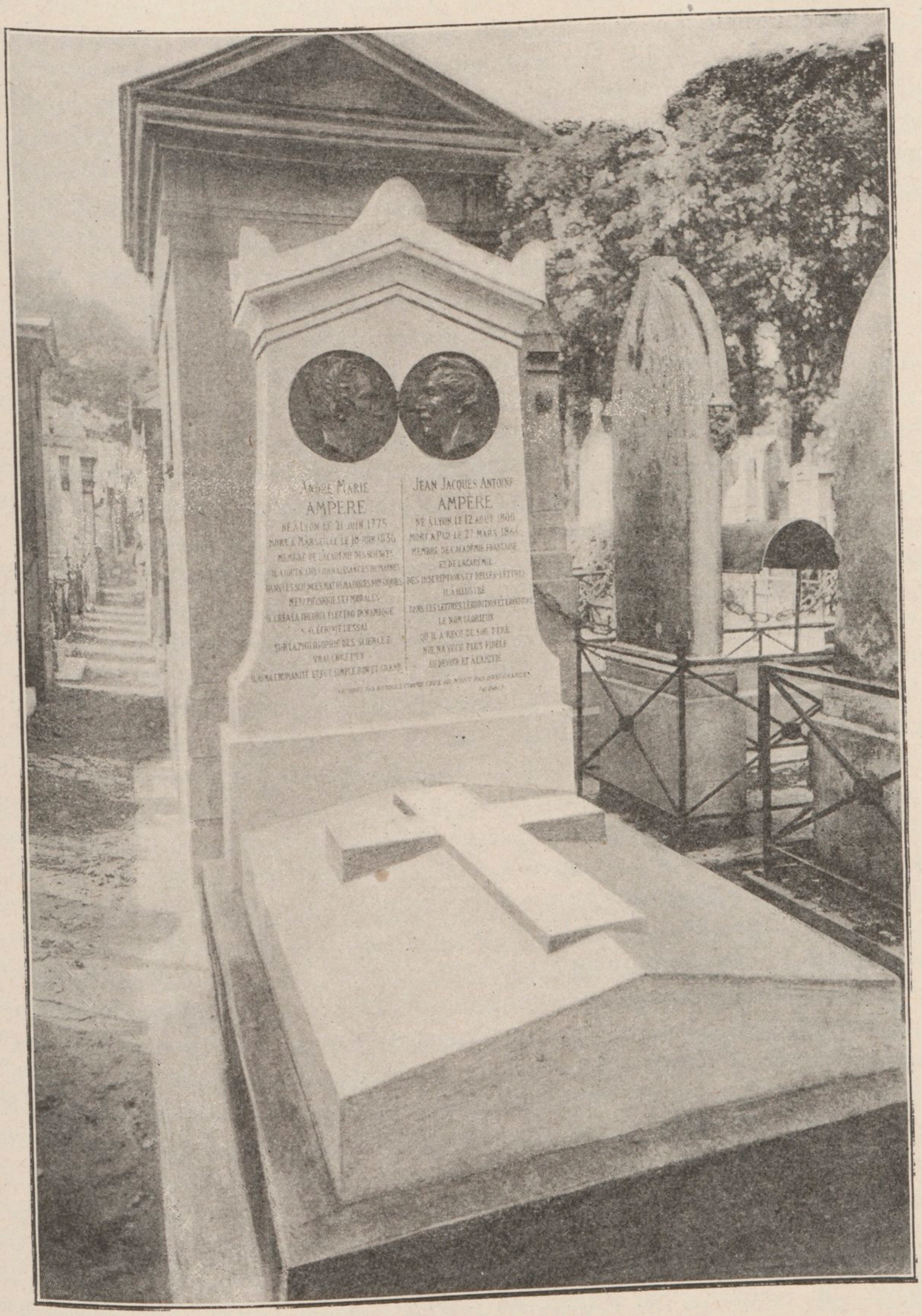
C'est en vue de son mariage qu'Ampère, sans fortune, dut choisir une profession : sa future belle-famille faillit en faire un commis négociant. Heureusement pour la science française et pour la gloire d'Ampère, ce projet n'aboutit pas et on décida qu'il aborderait la carrière des sciences. Il commença par donner des leçons de mathématiques à Lyon. Logé chez MM. Perisse, libraires, cousins de sa fiancée, grande rue Mercière, Ampère partagea son temps entre ses études et ses visites à Saint-Germain où résidait sa fiancée. Poussé par ses penchants, il s'adonna surtout aux mathématiques, mais il y joignit bientôt la physique et la chimie. Avec quelques amis, Journel, Bonjour, Barret (depuis jésuite) et Lenoir, tous d'une remarquable intelligence, ils se réunissaient pour lire la chimie de Lavoisier qui venait de paraître. Les nouvelles théories contenues dans cet ouvrage l'émerveillaient et le passionnaient.

En 1801, Ampère fut nommé professeur à l'Ecole centrale de l'Ain à Bourg. La santé de sa femme commençant à décliner, il dut aller seul dans cette ville. C'est par la correspondance touchante, pleine de tendresses, de confidences qu'il eut avec sa femme malade pendant tout le temps que dura son séjour à Bourg, que nous connaissons les divers travaux auxquels il se livra dans cette ville. Il commença, à peine arrivé à Bourg, à réorganiser les laboratoires de physique et de chimie de l'école et bientôt, avec des instruments encore bien incomplets, il se livra à de très intéressantes expériences; à cette époque, c'était surtout la chimie qui l'intéressait. Il se lia bientôt avec un de ses collègues, M. Clerc, professeur de mathématiques avec lequel il composa un ouvrage : *Leçons élémen-*

*taires sur les séries et autres formules indéfinies*, qui d'ailleurs ne parut jamais.

A cette époque, le premier Consul qui, à côté de son génie militaire et administratif, était très porté vers les sciences mathématiques et physiques et qui, avec sa perspicacité habituelle, avait senti que l'électricité, à peine à l'état d'embryon, était la science de l'avenir, institua un prix de 60 000 francs dont le programme était le suivant : « Je désire donner en encouragement une somme de 60 000 francs à celui qui, par ses expériences et ses découvertes, fera faire à l'électricité et au galvanisme un pas comparable à celui qu'ont fait faire à ces sciences Franklin et Volta, mon but spécial étant d'encourager et de fixer l'attention des physiciens sur cette partie de la physique qui est, à mon sens, le chemin des grandes découvertes ». Ampère, qui étudiait à ce moment l'électricité et préparait un ouvrage sur ce sujet, voulut obtenir le prix, mais il interrompit son travail et ce fut Davy qui remporta le prix par sa découverte des rapports de l'attraction chimique et de l'attraction électrique, et par sa décomposition des oxydes des métaux alcalins et alcalinoterreux. Nul doute que, si Ampère avait fait à ce moment les découvertes qu'il fit vingt ans plus tard, il aurait remporté le prix offert par le premier Consul : mais à cette époque une idée purement mathématique vint lui traverser l'esprit et lui faire oublier complètement le prix de 60 000 francs. Nous laisserons à Ampère lui-même le soin de raconter l'histoire de cet *essai sur la théorie mathématique du jeu* qui le fit remarquer et fut le point de départ véritable de sa carrière scientifiqne. La genèse de ce travail montre combien, dans sa jeunesse, Ampère était pourvu d'idées extrêmement abondantes, mais manquait encore de décision ; il envisageait toutes les solutions que pouvait présenter un problème sans en oublier une, mais il avait du mal à choisir parmi ces solutions, celle qui, à son idée, était la meilleure.

« Il y a sept ans, ma bonne amie, écrivait-il à sa femme, que je m'étais proposé un problème de mon invention que je n'avais point pu résoudre directement, mais dont j'avais trouvé par hasard une solution dont je connaissais la justesse sans pouvoir la démontrer. Cela me revenait souvent dans l'esprit et j'ai cherché vingt fois à trouver directement cette solution. Depuis quelques jours cette idée me suivait partout. Enfin, je ne sais comment, je viens de la trouver avec une foule de considérations curieuses et nouvelles sur la théorie des probabilités. Comme je crois qu'il y a peu de mathématiciens en France qui puissent résoudre ce problème en moins de temps, je ne doute pas que sa publication dans une brochure d'une vingtaine de pages ne me fût un bon moyen de parvenir à une chaire de mathématiques dans un lycée. Ce petit ouvrage d'algèbre pure, et où l'on n'a besoin d'aucune figure, sera rédigé après-demain, je le relirai et le corrigerai jusqu'à la semaine prochaine, je te l'enverrai..... J'ai travaillé fortement hier à mon petit ouvrage. Ce problème est peu de chose en lui-même, mais la manière dont je l'ai résolu et les difficultés qu'il présentait lui donnent du prix. Rien n'est plus propre d'ailleurs à faire juger ce que je puis faire en ce genre..... »




Le tombeau des deux Ampère au cimetière Montmartre, à Paris.

Mais chaque jour, Ampère trouvait de nouvelles solutions et la publication de la brochure était toujours retardée : « J'ai fait hier une importante découverte sur la théorie du jeu en parvenant à résoudre un nouveau problème plus difficile encore que le précédent et que je travaille à insérer dans le même ouvrage, ce qui ne le grossira pas beaucoup parce que j'ai fait un nouveau commencement plus court que l'ancien..... Je suis sûr qu'il me vaudra, pourvu qu'il soit imprimé à temps, une place de lycée, car, dans l'état où il est à présent, il n'y a guère de mathématiciens en France capables d'en faire un pareil ; je te dis ce que je pense pour que tu ne le dises à personne ».

Enfin, M. de Lalande, étant venu à Bourg, Ampère lut son mémoire à une séance de la Société d'Emulation de l'Ain. De Lalande ne put suivre les calculs d'Ampère, ses connaissances mathématiques n'étant pas assez profondes.

Cependant à la fin de 1802, MM. Delambre et Villar, chargés d'organiser les lycées dans cette partie de la France vinrent à Bourg. *La théorie mathématique du jeu*, alors imprimée, fournit à Delambre une haute idée du jeune mathématicien auquel il donna son appui. Ampère lut également à M. Delambre, dans une séance de la Société d'Emulation, un autre mémoire sur *l'Application à la mécanique du calcul des variations* ; cet ouvrage confirma Delambre dans la haute idée qu'il s'était faite d'Ampère ; il présenta ce mémoire à l'Institut et le fit lire à de Laplace. Ampère fut alors nommé professeur de mathématiques et d'astronomie au lycée de Lyon, selon ses plus chers désirs. Hélas! un deuil cruel allait le frapper presque aussitôt. Sa femme, qu'il chérissait tendrement, mourut de la maladie qui la rongeait depuis deux ans, au moment où la cruelle séparation allait cesser. Les sentiments religieux d'Ampère qui ont toujours été très ardents et profondément catholiques, l'aidèrent à supporter sa douleur avec une résignation toute chrétienne, témoin la prière ci-dessous, qu'il composa quelques jours avant la mort de sa femme, alors que tout espoir était perdu. Ce serait mentir à la mémoire d'Ampère que de ne pas la reproduire : « Mon Dieu, je vous remercie de m'avoir créé, racheté et éclairé de votre divine lumière en me faisant naître dans le sein de l'Eglise catholique. Je vous remercie de m'avoir rappelé à vous après mes égarements, je vous remercie de me les avoir pardonnés ; je sens que vous voulez que je ne vive que pour vous, afin que tous mes moments vous soient consacrés. M'ôterez vous tout mon bonheur sur cette terre? Vous êtes le maître, ô mon Dieu! mes crimes m'ont mérité ces châtiments. Mais peut-être écouterez-vous encore la voix de vos miséricordes : *Multa flagella peccatoris, sperantem autem in Domino misericordia circumdabit. Firmabo super te oculos meos et instruam te in via hac qua graderis.* J'espère en vous, ô mon Dieu, mais je serai soumis à votre arrêt quel qu'il soit. J'eusse préféré la mort, mais je ne méritais pas le ciel et vous n'avez pas voulu me plonger dans l'enfer. Daignez me secourir pour qu'une vie passée dans la douleur me mérite une bonne mort dont je me sois rendu indigne. O Seigneur, Dieu de miséricorde, daignez me réunir dans le ciel à ce que vous m'aviez permis d'aimer sur la terre ».

En vendémiaire, an XIII (1804), Lacuée de Cessac, président de la section de la guerre nomma Ampère répétiteur d'ánalyse à l'Ecole Polytechnique sur la recommandation de M. Delambre. Dès ce moment, on peut dire que tous ses travaux sont des progrès pour la science : recherches d'analyse mathématique transcendante, application de cette analyse aux plus importantes questions de la mécanique rationnelle, de l'optique, de la physique, des gaz et même de la chimie moléculaire. En même temps Ampère se livrait à des études philosophiques et métaphysiques approfondies.

En 1805, Ampère se remaria, ce second mariage lui donna une fille.

En mars 1806, il fut nommé secrétaire du Bureau consultatif des Arts et Métiers; en 1808, inspecteur général de l'Université; en 1809, professeur d'analyse à l'Ecole Polytechnique; en 1814, membre de l'Institut de France (Académie des Sciences); Ampère fut également professeur de physique au Collège de France, membre de la Légion d'honneur, membre des Sociétés royales de Londres et d'Edimbourg, des Académies de Berlin, de Stockholm, de Bruxelles, de Lisbonne, des Sociétés de Cambridge, de Genève, etc...

Ce fut au cours d'une tournée d'inspection qu'Ampère, âgé de soixante et un ans, usé par le travail, mais en pleine force d'intelligence, tomba malade à Roanne. Il voulut continuer sa tournée; arrivé à Marseille, il dut s'aliter et mourut, au collège de cette ville, le 10 juin 1836 à 5 heures du matin.

L'œuvre d'Ampère est considérable, mais parmi tous ses travaux, celui qui lui valut le plus de gloire et l'immortalité fut sa découverte de l'*Electrodynamique*.

En 1819, le physicien danois Œrsted avait découvert l'action exercée par un fil parcouru par un courant électrique sur l'aiguille aimantée. L'Académie des Sciences ne connut les expériences d'Œrsted que le 11 septembre 1820. Sept jours après, Ampère découvrit l'action qu'exercent l'un sur l'autre deux courants électriques et il réalisa les appareils nécessaires pour démontrer expérimentalement ce phénomène (table d'Ampère). Poursuivant ses études, Ampère pensa que, si la terre agissait sur l'aiguille aimantée et si, d'autre part, un courant électrique agissait sur l'aiguille aimantée et sur un autre courant, la terre devait agir sur un courant électrique et lui donner une direction. Il en déduisit l'idée de l'aimantation permanente de la terre due à sa rotation sur elle-même, en présence du soleil.

Enfin, dans un *Exposé des nouvelles découvertes sur le magnétisme et l'électricité*, Ampère émit l'idée qu'on pourrait utiliser l'action d'un courant sur une aiguille aimantée pour transmettre des communications au loin; il eut ainsi le premier l'idée du télégraphe électrique.

Nous n'en dirons pas plus dans cette biographie d'Ampère sur ses travaux concernant l'électrodynamique et l'électromagnétisme, laissant à des voix plus autorisées le soin de le faire.

A côté du mathématicien et du physicien, nous trouverons dans Ampère,

comme nous l'avons déjà dit plus haut, un profond philosophe ayant une prédilection particulière pour les études métaphysiques. Cet homme, dont les connaissances embrassaient toutes les sciences, résolut de faire une classification générale des sciences. Son *Essai sur la philosophie des Sciences* ou *Exposition analytique des connaissances humaines* (*1834*) fut le plus important de ses travaux philosophiques. C'était le difficile problème que s'étaient posé Aristote, Platon, Bacon, d'Alembert, Leibnitz, Locke, etc., et devant lequel l'Encyclopédie avait échoué lamentablement. Ampère a trouvé une méthode naturelle qui groupe les sciences analogues. Pour faire son travail, il était parti du principe philosophique suivant : Toute science humaine se rapporte uniquement à deux objets généraux, le monde matériel et la pensée. De là, naît la division naturelle en sciences du monde ou cosmologiques et sciences de la pensée ou noologiques.

Les connaissances humaines étant ainsi divisées en deux règnes, Ampère divise chacun d'eux d'une façon analogue et ainsi de suite; il est arrivé par ce procédé à classer toutes les sciences dans un ordre parfait et à les mettre dans des rapports qui vont toujours en s'éloignant.

Ce grand savant, un des plus beaux et plus glorieux noms de France, était d'une candeur et d'une naïveté remarquables, jointes à une très grande timidité. D'une fortune très modeste, Ampère la dissipait par une bienfaisance sans limite et par la construction de nouveaux appareils; doué d'un ardent amour du progrès libéral, il fut souvent froissé par les événements dont il fut témoin. Tourmenté à une période de sa vie par des doutes religieux, il retrouva bientôt la foi et la soumission, qu'il avait si bien exprimée en 1803. « Jusqu'à la fin, « nous l'avons vu toujours allier et concilier sans plus d'effort et de manière à « frapper d'étonnement et de respect la foi et la science, la croyance et l'espoir « en la pensée humaine et l'adoration envers la parole révélée », a dit de lui Sainte-Beuve.

Les distractions d'Ampère sont proverbiales et connues de tous; nous en donnerons un exemple qui, croyons-nous, a reçu moins de publicité, et que nous avons trouvé dans une histoire de Napoléon I$^{er}$.

Pendant une séance de l'Institut, présidée par Geoffroy-Saint-Hilaire, Ampère occupait la tribune pour présenter un mémoire; l'Académie l'écoutait avec une vive attention, lorsque tout à coup une agitation extraordinaire, suivie d'un murmure général, se répandit dans l'Assemblée à la vue d'un étranger qui, vêtu d'un frac bleu foncé et décoré de la Légion d'honneur, était entré dans la salle; celui-ci d'un geste calma l'effervescence et approchant d'un fauteuil vide y prit place.

Ampère ne s'était aperçu de rien et une fois son mémoire lu, il le déposa sur le bureau de l'Académie et retourna tranquillement à sa place. Mais, à son grand étonnement, son fauteuil était occupé par l'étranger. Ampère gêné, mais

n'osant rien dire par timidité, tourna autour de son siège, toussa, mais sans résultats. Il s'adressa alors à ses collègues, trouvant étrange qu'on vienne sans autre forme s'emparer de la place d'un autre. Il n'eut pour réponse que des sourires silencieux. S'enhardissant, Ampère s'adressa à M. Geoffroy-Saint-Hilaire : « Monsieur le Président, lui dit-il, je dois vous faire remarquer qu'une personne étrangère à l'Académie s'est emparée de ma place et siège parmi nous ». « Vous êtes dans l'erreur, mon cher confrère, cette personne à laquelle vous faites allusion est membre de l'Académie des Sciences ».

« Et depuis quand? demanda Ampère, — Depuis le 5 nivôse, an VI, répondit l'étranger. — Et dans quelle section s'il vous plaît, Monsieur? répliqua Ampère d'un ton ironique. — Dans la section de mécanique, répondit l'intrus en souriant. — C'est un peu fort, s'écria Ampère, et prenant un annuaire de l'Institut il lut à cette date : Napoléon Bonaparte, membre de l'Académie des Sciences nommé dans la section de mécanique le 5 nivôse, an VI ».

Ampère n'avait pas reconnu l'Empereur; très troublé, il se répandit en excuses. L'Empereur que cette scène avait fort amusé, lui répondit aimablement : « Voilà, Monsieur, l'inconvénient qu'il y a de ne pas fréquenter ses collègues. Je ne vous vois jamais aux Tuileries; mais je saurai bien vous forcer à venir au moins m'y souhaiter le bonjour ».

L'Empereur assista à la séance de l'Académie et avant de s'en aller, il s'approcha d'Ampère, lui tendit la main et l'invita en ces termes : « Quant à vous, mon cher Collègue, je vous attends demain à dîner; ce sera pour sept heures, Je vous placerai à côté de l'Impératrice, afin que vous ne la preniez pas pour une autre ».

Le lendemain, l'Empereur ne se mit à table qu'à huit heures après avoir attendu son collègue de l'Institut pendant une heure... Ampère avait oublié de venir.

Nous terminerons cette notice biographique en donnant la liste des principaux travaux d'Ampère :

1° Mathématiques pures.

*Considérations sur la théorie mathématique du jeu* (Lyon 1802); *Démonstration de l'égalité de volume des polyèdres symétriques* (Correspondance sur l'Ecole Polytechnique, 6e numéro 1866); *Recherches sur l'application des formules générales du calcul des variations aux problèmes de la mécanique* (Mémoires des Savants étrangers, T. I, 1806); plusieurs mémoires dans le Journal de l'École Polytechnique, 1806, 1808, 1815, 1820; *Traité de calcul différentiel et intégral.*

2° Sur la chimie, trois mémoires dans les Annales de Chimie 1814-1816.

3° Sur la lumière :

*Démonstration des lois de la réfraction* (Mémoires de l'Institut, 1816); *Mémoire sur la détermination de la surface courbe des ondes lumineuses* (Annales de Chimie, 1828).

4° Sur l'électrodynamique et l'électromagnétisme :

*Mémoire sur l'action mutuelle de deux courants électriques, sur celle qui existe entre un courant électrique et le globe terrestre et celle de deux aimants l'un sur l'autre* (Annales de Chimie, 1820); *Recueil d'observations électrodynamiques* (Journal de Physique, 1820); *Lettres sur l'état magnétique des corps qui transmettent un courant d'électricité* (Annales de Chimie, T. XVI); *Notes sur un appareil* (Annales de Chimie, T. XVIII); *Mémoire sur la théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques* (Mémoire de l'Académie des Sciences, 1827); *Notice sur les expériences électromagnétiques de MM. Ampère et Arago* (Moniteur du 25 mai 1822); *Notice sur une nouvelle expérience électromagnétique* (Annales de Chimie, 1821); *Nouveau mémoire sur l'action mutuelle des courants électriques*, (Annales de Chimie, 1823); *Mémoire sur l'action exercée par un circuit électrodynamique, etc.*, (Mémoire de l'Académie des Sciences, 1827).

5° Sur la zoologie.

*Considérations philosophiques sur la détermination du système solide et du système nerveux des animaux articulés* (Annales des Sciences naturelles, 1824).

6° Sur la philosophie :

*Essai sur la philosophie des Sciences*, etc.

Cette notice biographique, bien que fort incomplète, montre, plus que tout discours, la puissance extraordinaire du cerveau d'Ampère. Mathématiques, philosophie, physique, chimie, sciences naturelles, lettres, poésie, langues anciennes, etc... il a tout étudié, tout approfondi. D'autres savants ont peut-être fait des découvertes aussi importantes que celles d'Ampère sur l'électrodynamique et l'électromagnétisme, mais pas un n'a eu des connaissances aussi étendues, n'a eu un champ d'action aussi vaste. Cet homme d'une modestie rare, ne cherchant pas les honneurs, mais seulement la vérité, la vérité dans les sciences, la vérité dans la philosophie, profondément religieux, est certainement une des plus belles figures de la science française.

Henri Coquet,
Ingénieur E. S. E.

# AMPÈRE

## Ses Mémoires sur l'Electrodynamique

---

Le présent opuscule, destiné à commémorer les découvertes qui, aujourd'hui encore, servent de base aux applications de l'électricité, serait incomplet s'il ne procurait au lecteur, désireux d'en prendre connaissance dans leur texte original, une liste des ouvrages dans lesquels il pourra retrouver les mémoires de notre illustre compatriote.

En raison du grand nombre des mémoires publiés par Ampère pendant les années 1821 et suivantes sur l'électrodynamique et l'électromagnétisme, en raison, aussi, de la diversité des recueils scientifiques dans lesquels ils ont été insérés, une telle tâche nous eût demandé un temps considérable si, fort heureusement, elle n'avait déjà été accomplie par la Société française de Physique, il y aura bientôt quarante ans.

C'est, en effet, en janvier 1883 que la Société française de Physique, sur la proposition du distingué physicien J. Joubert, son secrétaire général, décidait de « publier une série de mémoires concernant la physique, en s'attachant à reproduire particulièrement les mémoires parus depuis un siècle environ et qu'il est devenu difficile de se procurer ». A la suite de cette décision, on fit paraître, de 1884 à 1891, cinq volumes, formant la « Collection de Mémoires relatifs à la Physique ».

Le premier est consacré aux mémoires de Coulomb ; les deux suivants, aux mémoires sur l'électrodynamique ; les deux derniers, aux mémoires sur le pendule.

Sur les 814 pages que renferment les deux volumes réservés aux mémoires sur l'électrodynamique, 400 pages, soit près de la moitié, se rapportent aux travaux d'Ampère. J. Joubert, qui s'était chargé du soin de rassembler ces mémoires, s'est particulièrement attaché à n'en omettre aucun : non seulement il a compulsé tous les périodiques de l'époque, mais encore il a dépouillé l'importante collection des papiers d'Ampère que conserve, dans ses archives, l'Académie

des Sciences de Paris. On peut donc être assuré de trouver l'œuvre complète d'Ampère dans ces volumes.

Il nous a paru, dès lors, qu'il suffisait de renvoyer le lecteur à ces deux volumes de la « Collection de Mémoires relatifs à la Physique », d'autant plus que la Société française de Physique désireuse, elle aussi, d'apporter sa contribution à la commémoration du centenaire des découvertes d'Ampère, a spontanément offert de céder, aux personnes qui en feront la demande (1), un certain nombre d'exemplaires de ces volumes aux conditions de prix qu'elle consent à ses membres.

Nous nous bornerons donc, après avoir reproduit l'avertissement publié par J. Joubert en tête de ces volumes, à donner simplement la liste des diverses publications d'Ampère en indiquant les pages de ces volumes où elles se trouvent reproduites.

J. B.

(1) Adresser cette demande aux bureaux de la *Revue générale de l'Electricité*, 12, place de Laborde, Paris, VIII^e^. Le prix consenti étant de 10 francs par volume (prix en librairie 24 francs), joindre à la demande la somme de 20 francs augmentée des frais d'envoi (Paris, 1 franc; départements, 1,50 fr.; étranger, 5 à 6 fr.).

# AVERTISSEMENT

Ce volume et le suivant, lesquels forment les tomes II et III de la « Collection de Mémoires relatifs à la Physique », sont consacrés à la reproduction des principaux mémoires publiés sur l'électrodynamique. Ces mémoires sont rangés par ordre de date, de manière à présenter, au moins dans ses origines, l'histoire de cette branche de la physique.

Le premier volume commence par le mémoire d'Œrsted, publié le 21 juillet 1820, et va jusqu'à la fin de 1823. Il renferme des mémoires d'Ampère, d'Arago, de Biot, de Davy, de Faraday, de G. et A. de la Rive, etc. Ceux d'Ampère tiennent naturellement la plus grande place; les mémoires d'Ampère postérieurs à 1823 occupent également une grande partie du volume suivant.

On trouvera, à très peu près, dans ces deux volumes, tout ce qui a été publié sur l'électrodynamique par l'illustre physicien. Quelques articles seulement ont été supprimés pour éviter les répétitions inutiles; par exemple, l'Opuscule intitulé : *Précis de la théorie des phénomènes électrodynamiques* (1823), dont toutes les parties se trouvent reproduites textuellement dans le grand mémoire publié en 1826 (1).

Je dois à l'obligeance de M. J. Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, d'avoir pu compulser la collection des papiers d'Ampère qui appartient à l'Académie (2); j'ai pu, avec son autorisation, en tirer pour la présente édition quelques morceaux restés inédits ou publiés seulement par extraits et qui, sans apporter des faits nouveaux, n'en présentent pas moins un intérêt réel. Tels sont, en particulier, les articles publiés sous les numéros VII, XXI, XXV et XXIX. C'est également de cette collection qu'on été tirées les deux notes inédites de Fresnel, relatives au magnétisme qui forment les articles IX et X.

Le texte des auteurs a été respecté scrupuleusement : une collection comme celle-ci doit offrir au lecteur, qui voudrait y puiser une citation, la même sécurité que l'original lui-même. Les figures ont été reproduites également avec toute la fidélité possible, avec cette différence seulement qu'on les a, pour la plupart, intercalées dans le texte. Quant aux traductions des mémoires écrits en langue étrangère, elles ont été faites entièrement et l'on a cherché à leur donner la rigueur et la fidélité qu'on demande aujourd'hui aux traducteurs des auteurs classiques.

J. Joubert.

(1) Les mémoires d'Ampère se trouvent dispersés dans les *Annales de Chimie*, le *Journal de Physique*, la *Bibliothèque universelle de Genève*, les *Mémoires de l'Institut*, les *Mémoires de l'Académie de Bruxelles*.
Le volume publié en 1822, chez Crochard, sous le titre de *Recueil d'observations électrodynamiques*, par M. Ampère, est formé par la réunion des tirages à part d'articles relatifs à l'électrodynamique parus, soit dans les *Annales de Chimie*, soit dans la *Bibliothèque universelle*. Ampère y a joint à ses propres œuvres des mémoires de Faraday, de de la Rive, etc.
L'article publié en 1822 dans le *Supplément à la traduction de la cinquième édition du système de Chimie de Thomson*, par Riffaut, et ayant pour titre : Exposé de nouvelles découvertes sur le Magnétisme et l'Electricité, est, à part deux passages écrits par Ampère et qu'on trouvera pages 228 et suivantes du présent volume, entièrement de Babinet. Il renferme plusieurs inexactitudes, et Ampère en regrettait plus tard la publication. Nous ne l'avons pas reproduit.

(2) Cette collection, qui remplit près de quarante cartons, renferme, outre les papiers de la famille et une partie de la correspondance d'Ampère, un nombre considérable de notes, de cahiers et de mémoires sur les mathématiques, la physique, la chimie l'histoire naturelle, la classification des sciences, la philosophie, etc. On y trouve, pour ainsi dire, tout ce que la plume d'Ampère laissait, au jour le jour, tomber sur le papier, depuis les rédactions qu'il faisait à l'âge de 12 ou 13 ans, des leçons de mathématiques que lui donnait l'abbé Daburon, jusqu'aux notes prises en vue d'une leçon à l'Athénée, à l'Ecole Polytechnique ou au Collège de France; des brouillons de calcul, des commencements de mémoires restés inachevés, des indications d'expériences à essayer, etc.; mais, en somme, tout au moins en ce qui concerne la théorie de l'électrodynamique, rien qui paraisse pouvoir être publié en dehors de ce qu'on trouvera dans la présente édition.

# Liste des Publications d'Ampère sur l'Electrodynamique

---

***De l'action exercée sur un courant électrique par un autre courant, le globe terrestre ou un aimant.*** — *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XV, p. 59-76 et 170-218; *Recueil d'Observations électrodynamiques*, p. 1-68. Ce mémoire renferme le résumé des lectures faites par Ampère à l'Académie les 18 et 25 septembre, les 9, 16 et 30 octobre 1820. (*Collection de Mémoires relatifs à la Physique*, t. II, p. 7-53. Dans cette collection, la reproduction du mémoire est suivie d'un extrait d'une note sur une expérience relative à la nature du courant électrique, faite par Ampère et Becquerel, lue par Ampère dans la séance de l'Académie royale des Sciences du 12 avril 18 4 et publiée dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 1824, 2e série, t. XXVII, p. 29).

***Mémoire sur l'expression mathématique des attractions et des répulsions électriques.*** — Mémoire lu à l'Académie le 4 décembre 1820, publié pour la première fois, d'après le manuscrit autographe des archives de l'Académie, dans la *Collection de Mémoires*, t. II, p. 128-136.

***Analyse des mémoires lus à l'Académie les 11 et 26 décembre 1820 et les 8 et 15 janvier 1821.*** — Extrait d'un article inséré dans les *Annales des Mines*, t. V, p. 535-558, et reproduit dans le *Recueil d'Observations électrodynamiques*, p. 69-90. (*Collection de Mémoires*, t. II, p. 136-140).

***Extrait d'une lettre d'Ampère au professeur de la Rive sur des expériences électromagnétiques.*** — *Bibl. univ. Sc. et Arts*, t. XX, p. 185-192; *Recueil d'Observations*, p. 252. (*Collection de Mémoires*, t. II, pr 153-157).

***Expériences relatives aux nouveaux phénomènes électrodynamiques obtenus au mois de décembre 1821.*** — Extrait des notices lues à l'Académie royale des Sciences, dans les séances des 3 et 10 décembre 1821 et 7 janvier 1822; publié dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 1822, 2e série, t. XX, p. 60-74; *Recueil d'Observations*, p. 237. (*Collection de Mémoires*, t. II, p. 192-204).

***Réponse à la lettre de M. van Beck sur une nouvelle expérience électromagnétique.*** — Cette lettre a été insérée dans le cahier d'octobre 1821 du *Journal de Physique*, t. XCIII, p. 447. La lettre de Van Beck à Ampère (Utrecht, 15 septembre 1821) et une autre à de Blainville (10 octobre 1821), insérées à la suite l'une de l'autre dans le t. XCIII du *Journal de Physique*, p. 312, sont relatives à quelques expériences d'aimantation de plaques d'acier, au moyen de fortes décharges. (*Collection de Mémoires*, t. II, p. 212-237).

***Exposé sommaire des nouvelles expériences électromagnétiques faites par différents physiciens, depuis le mois de mars 1821,*** lu dans la séance publique de l'Académie royale des Seiences, le 8 avril 1822. — *Journal de Physique*, t. XCIV,

p. 61-66, et *Recueil d'Observations électrodynamiques*, p. 199. (*Collection de Mémoires*, t. II, p. 238-244. Dans cette collection la reproduction du mémoire est suivie de « notes sur cet exposé des nouvelles expériences relatives aux phénomènes produits par l'action électrodynamique, faites depuis le mois de mars 1821 », notes qui occupent les pages 244 à 269.)

***Second mémoire sur la détermination de la formule qui représente l'action mutuelle de deux portions infiniment petites de conducteurs voltaïques,*** lu à l'Académie royale des Sciences, le 10 juin 1822. — *Annales de Chimie et de Physique*, t. XX, p. 398-419 et *Recueil d'Observations*, p. 293. (*Collection de Mémoires*, t. II, p. 270-288).

***Note lue à la séance du 24 juin 1822,*** publiée d'après le manuscrit autographe d'Ampère, tiré des Archives de l'Académie des Sciences. (*Collection de Mémoires*, t. II, p. 290-292).

***Extrait d'une lettre adressée à M. Faraday le 10 juillet 1822.*** — Lettre inédite. La minute autographe fait partie des papiers d'Ampère appartenant à l'Académie. Cette lettre, commencée à Paris, a été terminée à Clermont, le 25 juillet. (*Collection de Mémoires*, t. II, p. 293 299).

***De l'action qu'exerce la terre sur les conducteurs voltaïques.*** — Cet article forme la préface du mémoire d'Auguste de la Rive (art. XXIV) dans le *Recueil d'Observations électrodynamiques*. (*Collection de Mémoires*, t. II, p. 305-307.)

***Notice sur quelques expériences nouvelles relatives à l'action mutuelle de deux portions de circuit voltaïque et à la production des courants électriques par influence, et sur les circonstances dans lesquelles l'action électrodynamique doit, d'après la théorie, produire dans un conducteur mobile autour d'un axe fixe un mouvement de rotation continu, ou donner à ce conducteur une direction fixe.*** — Présentée à l'Académie royale des Sciences, le 16 septembre 1822, et publiée pour la première fois d'après le manuscrit autographe faisant partie de la collection des papiers d'Ampère, appartenant à l'Académie des Sciences, dans la *Collection de Mémoires*, t. II, p. 329-337.

***Note relative au mémoire de M. Savary.*** — Cette note fait suite à l'analyse du mémoire de Savary, faite par l'auteur lui-même et publiée dans le *Recueil d'Observations*, p. 334. (*Collection de Mémoires*, t. II, p. 376-383.)

***Extrait d'une lettre de M. Ampère à M. Faraday***, faite à Paris le 18 avril 1823. — *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXII, p. 389; *Recueil d'Observations électrodynamiques*, p. 365. (*Collection de Mémoires*, t. II, p. 384-394.)

***Extrait d'un mémoire sur les phénomènes électrodynamiques***, présenté à l'Académie royale des Sciences (Institut de France) dans la séance du 22 décembre 1823. Copie avec corrections et additions de la main d'Ampère, tirée de la collection appartenant à l'Académie des Sciences. (*Collection de Mémoires*, t. II, p. 395-410.)

***Mémoire sur la théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques uniquement déduite de l'expérience***, dans lequel se trouvent réunis les mémoires que M. Ampère a communiqués à l'Académie royale des Sciences, dans les séances des 4 et 26 décembre 1820, 10 juin 1822, 22 décembre 1823, 12 septembre et 28 novembre 1825. — *Mémoires de l'Académie des Sciences* 1823, 2e série, t. VI, p. 175-388. Ce volume, bien que portant la date de 1823, n'a paru qu'en 1827. Le mémoire du 22 décembre 1823 a été publié dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 2 série, t. XXVI, p. 134-162 et 246-258, sous le titre de : *Mémoire sur les phénomènes électrodynamiques* et dans l'opuscule intitulé : *Précis de la théorie des phénomènes électrodynamiques*, par Ampère, pour servir de supplément à son Recueil d'Observations électrodynamiques et au Manuel

d'Electricité de Demonferrand, Paris, Crochard-Brachelin, 1824, 67 pages (*Collection de Mémoires*, t. III, p. 1-173. Dans cette collection, ce mémoire est suivi de « notes contenant quelques nouveaux développements sur des objets traités dans le mémoire précédent », notes qui occupent les pages 174 à 193).

***Mémoire communiqué à l'Académie royale des Sciences dans sa séance du 21 novembre 1825, faisant suite au mémoire lu dans la séance du 12 septembre***, publié d'après le manuscrit autographe des archives de l'Académie des Sciences. — D'après les procès-verbaux, la lecture a été faite en réalité dans la séance du 28 novembre. (*Collection de Mémoires*, t. III, p. 194-202).

***Précis d'un mémoire sur l'action exercée par un circuit électrodynamique formant une courbe plane dont les dimensions sont considérées comme infiniment petites; sur la manière d'y ramener celle d'un circuit fermé, quelles qu'en soient la forme et la grandeur; sur deux nouveaux instruments destinés à des expériences propres à rendre plus directe et à vérifier la détermination de la valeur de l'action mutuelle de deux éléments de conducteurs; sur l'identité des forces produites par des circuits infiniment petits, et par des particules d'aimant; enfin sur un nouveau théorème relatif à l'action de ces particules***, lu à l'Académie royale des Sciences dans sa séance du 21 novembre 1825, par M. Ampère. — *Correspondance mathématique et physique des Pays-Bas.* (*Collection de Mémoires*, t. III, p. 203-216).

***Lettre de M. Ampère à M. Gherardi, sur divers phénomènes électrodynamiques.*** – *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXIX, p. 373. Les éclaircissements donnés sur la lettre actuelle n'ayant pas levé tous les doutes de son correspondant, Ampère se décida, sur de nouvelles objections, à écrire le *Mémoire sur l'action d'un courant voltaïque et d'un aimant*, qu'il adressa à Gherardi en même temps que la lettre qui forme le supplément de ce mémoire. (*Collection de Mémoires*, t. III, p. 217-223).

***Mémoire sur l'action mutuelle d'un conducteur voltaïque et d'un aimant***. — Ce mémoire présenté à l'Académie royale de Bruxelles, dans la séance du 26 octobre 1836, a été publié dans le tome IV des mémoires de cette société. Toute la seconde partie a été reproduite dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 1828, t. XXXVII, p, 113 ; un tirage à part du texte des *Annales* a paru sous le titre : *Note sur l'action mutuelle d'un aimant et d'un conducteur voltaïque*, par Ampère, Paris, Bachelier, 1828. (*Collection de Mémoires*, t. III, p. 224-274).

***Lettre à M. le Dr Gherardi***, supplément au « Mémoire sur l'action mutuelle d'un conducteur voltaïque et d'un aimant ». — *Mémoires de l'Académie de Bruxelles*, 1827, t. IV, p. 77-88. Cette lettre a été envoyée à Gherardi au commencement de 1826. (*Collection de Mémoires*, t. III, p. 275-288).

# Fête commémorative
# du Centenaire des Découvertes
# d'AMPÈRE

---

# MANIFESTATION

en l'honneur

## du Centenaire des Découvertes d'AMPÈRE

sous la Présidence

## de Monsieur Alexandre Millerand

Président de la République française

---

Une séance solennelle a eu lieu le 24 novembre 1921, à 15 heures, dans le grand Amphithéâtre de la Sorbonne, sous la présidence de M. Alexandre Millerand, Président de la République française, assisté de :

MM. Léon Bérard, Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.
Gabriel Guist'hau, Ministre de la Marine.
Lucien Dior, Ministre du Commerce.
Edmond Lefebvre du Prey, Ministre de l'Agriculture.
Yves Le Trocquer, Ministre des Travaux publics.
Louis Loucheur, Ministre de la Reconstitution des Régions libérées.
Paul Laffont, Sous-Secrétaire d'Etat des Postes, Télégraphes et Téléphones.
Gaston Vidal, Sous-Secrétaire d'Etat de l'Enseignement technique.

En vue de préparer cette manifestation, un comité de patronage s'était constitué sous les auspices de l'Académie des Sciences et des principaux groupements électriques français, tant scientifiques qu'industriels, et avait chargé un comité d'organisation d'établir le programme de la cérémonie.

---

# COMITÉ DE PATRONAGE

## M. Alexandre MILLERAND, Président de la République française,

*Président.*

**Abraham**, Henri, Vice-Président de la Société de Physique, Ancien Président de la Société française des Electriciens, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

**Adam**, Charles, Membre de l'Institut, Recteur de l'Université de Nancy.

**Alengry,** Recteur de l'Université de Besançon.

**Andoyer,** Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

**Appell,** Paul, Membre de l'Institut, Recteur de l'Université de Paris.

**Arbelot,** Georges, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur des Forces hydrauliques et des Distributions d'énergie électrique au Ministère des Travaux publics.

**d'Arsonval,** Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France.

**Auvert,** Ingénieur principal du matériel de la Compagnie des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée.

**Baclé,** Président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

**Baillaud,** B., Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, Directeur de l'Observatoire de Paris.

**Barbillion,** Professeur à la Faculté des Sciences. Directeur de l'Institut polytechnique de Grenoble.

**Bazard,** Alfred, Directeur de l'Ecole nationale des Arts et Métiers de Cluny.

**Beauvais,** Joseph, Directeur de l'École nationale d'Arts et Métiers de Châlons-sur-Marne.

**Bérard,** Léon, Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

**Bergonié,** J.-A., Membre correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

**Bethenod,** Joseph, Ingénieur conseil.

**Bigourdan,** Guillaume, Membre de l'Institut.

**Blondel,** André, Membre de l'Institut, Président d'honneur de la Société française des Electriciens, Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

**Bochet,** Directeur de l'École centrale des Arts et Manufactures.

**Prince Roland Bonaparte,** Membre de l'Institut.

**Boulle,** Président de l'Union des Voies ferrées d'intérêt local.

**Boussinesq,** Valentin, Membre de l'Institut, Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Paris.

**Bouty,** Membre de l'Institut, Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Paris.

**Branly,** Edouard, Membre de l'Institut.

**Brassart**, Aristide, Directeur de l'Ecole nationale d'Arts et Métiers d'Angers.

**Brenot,** Directeur technique de la Société française radiotechnique.

**Breton,** Jules-Louis, Membre de l'Institut, Directeur des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, Ancien ministre.

**Brillouin,** M., Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France.

**Broca,** Professeur à la Faculté de Médecine.

**Broin,** Emile, Directeur de l'Exploitation télégraphique, Paris.

**Général Bunoust,** Georges, Commandant de l'Ecole polytechnique.

**Cahen,** Henri, Président du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique.

**Caire,** César, Président du Conseil municipal de Paris.

**Camichel,** Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur de l'Institut technique de Toulouse.

**Caudrelier,** Etienne, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'Ecole polytechnique.

**Causeret,** Charles, Recteur de l'Académie de Clermont-Ferrand (P.-d.-D.).

**Cavalier,** Recteur de l'Académie de Toulouse.

**Chagnaud,** Président de la Société des Ingénieurs civils de France.

**Charpenay,** Président de la Chambre de Commerce de Grenoble.

**Charpy,** Membre de l'Institut.

**Chaumat,** Henri, Professeur d'Electricité industrielle au Conservatoire des Arts et Métiers, Professeur à l'Ecole supérieure d'Electricité.

**Chesneau,** Directeur de l'Ecole nationale supérieure des Mines.

**Chipart,** Henri, Ingénieur en chef des Mines, Directeur de l'Ecole nationale des Mines de Saint-Etienne.

**Claude,** Georges, Ingénieur.

**Cordier,** Gabriel, Président d'honneur de l'Union des Syndicats de l'Electricité, Président de l'Union des Industries métallurgiques et minières.

**Corre,** E., Directeur de l'Ecole nationale d'Arts et Métiers de Paris.

**Cotton,** Aimé, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

**Coville,** Directeur de l'Enseignement supérieur.

**Croiset,** Maurice, Membre de l'Institut, Administrateur du Collège de France.

**Mme Curie,** Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

**Darcy,** Henri, Président de la Confédération générale de la Production française.

**Dejean,** Directeur de la Compagnie des Chemins de fer de l'Etat.

**Delon,** Jules, Président de la Section lyonnaise de l'Union des Syndicats des Ingénieurs français.

**Dennery,** Alfred, Inspecteur général des Postes et Télégraphes, Président du Comité technique des Postes et Télégraphes.

**Dervillé,** Président du Conseil d'Administration des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, Membre du Conseil d'Administration du Conservatoire national des Arts et Métiers.

**Deslandres,** Henri, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire d'Astronomie physique de Meudon.

**Deutsch de la Meurthe,** Membre du Conseil d'Administration du Conservatoire national des Arts et Métiers.

**Dior,** Lucien, Ministre du Commerce.

**Drouin,** Félix, Directeur des Services techniques de la Compagnie générale d'Electricité.

**Dumas,** François, Recteur de l'Académie de Grenoble.

**Ernault,** Henri, Président du Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France.

**Eydoux,** Denis, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées.

**Fabry,** Charles, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

**Général Ferrié,** Gustave, Directeur de l'Etablissement central de Télégraphie militaire.

**Fery,** Charles, Professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie.

**Flaissières,** Président du Conseil municipal de Marseille.

**Fleurent,** Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, Membre du Conseil d'Administration du Conservatoire national des Arts et Métiers.

**Fontaine,** Arthur, Inspecteur général des Mines, Président du Conseil de réseau des Chemins de fer de l'Etat.

**Foulcher,** Président du Syndicat des Constructeurs de Matériel de chauffage électrique de France.

**Gabelle,** Directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers.

**Gérard-Varet,** L., Recteur de l'Université de Rennes.

**Girardeau,** Emile, Administrateur directeur de la Société française radioélectrique.

**Gomel,** Président du Conseil d'Administration des Chemins de fer de l'Est.

**Gouy,** Georges-Louis, Membre de l'Institut, Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Lyon.

**Comte Arnaud de Gramont**, Membre de l'Institut.

**Gratzmuller,** Louis, Ingénieur en chef à la Société alsacienne de Constructions mécaniques, Vice-président de la Société française des Electriciens.

**Grosselin,** Joseph, Ingénieur civil des Mines, Ancien président de la Société française des Electriciens.

**Guilbert,** Cyrille-Fernand, Sous-Directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité.

**Guillaume,** Ch.-Ed., Directeur du Bureau international des Poids et Mesures.

**Guillebot de Nerville,** Ingénieur en chef des Télégraphes, Professeur à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées.

**Guillet**, A., Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

**Guisth'au,** Ministre de la Marine.

**Gutton,** Camille, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

**Haller,** Albin, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

**Hamy,** Maurice, Membre de l'Institut, Membre du Bureau des longitudes.

**Herriot,** Député, Président du Conseil municipal de Lyon.

**Hillairet,** André, Ancien président de la Société française des Electriciens, Ancien président de la Société des Ingénieurs civils.

**Hirtz,** Eugène-Jules, Professeur au Val de Grâce, Médecin principal de 1re classe.

**Imbs,** E., Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur général de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.

**Iung,** Charles, Président du Syndicat des Fabricants de Fils et Câbles électriques.

**Javary,** Ingénieur en chef de l'Exploitation des Chemins de fer du Nord.

**Joubin,** Paul, Recteur de l'Académie de Lyon.

**Jumau,** Lucien-Jules, Ingénieur, Professeur à l'Ecole supérieure d'Electricité.

**Kœnigs,** Gabriel, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, Membre du Conseil d'Administration du Conservatoire des Arts et Métiers.

**Labbé,** Directeur de l'Enseignement technique.

**de la Brosse,** René, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

**Lacroix,** Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

**Laffont,** Paul, Sous-secrétaire d'Etat des Postes, Télégraphes et Téléphones.

**Lalou,** Membre du Conseil municipal de Paris.

**Lamotte,** Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

**Langevin,** Paul, Professeur au Collège de France.

**Lanson,** Gustave, Directeur de l'Ecole normale supérieure.

**Laporte,** Frédéric, Sous-directeur du Laboratoire central d'Electricité.

**Larnaude,** André, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ancien président de la Société française des Electriciens.

**Latour,** Marius, Ingénieur-conseil.

**Laubeuf,** Max-Alfred, Membre de l'Institut, Ancien ingénieur en chef de la Marine, Vice-président de la Société des Ingénieurs civils.

**De Launay**, Membre de l'Institut.

**Laurain,** Henri, Président de la Société de Production et de Distribution d'Energie.

**Laurent,** Ch., Ambassadeur de France, à Berlin.

**Lauriol,** Pierre, Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées.

**Leblanc,** M., Membre de l'Institut, Ancien président de la Commission électrotechnique internationale.

**Le Châtelier,** Henry, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

**Lecornu,** Léon, Membre de l'Institut, Professeur à l'Ecole polytechnique.

**Lefebvre du Prey,** Edouard, Ministre de l'Agriculture.

**Le Grain,** Toussaint, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées.

**Legrand,** Jean-Charles, Directeur de l'Ecole natoinale d'Arts et Métiers de Lille.

**Lemoine,** Georges, Président de l'Académie des Sciences, Professeur honoraire à l'Ecole polytechnique.

**Lépine,** Ingénieur des Arts et Manufactures, Administrateur délégué de la Société hydro-électrique de Fure et Morge et de Vizille.

**Le Trocquer,** Yves, Ministre des Travaux publics.

**Level**, Francis, Président de l'Union des Voies ferrées d'intérêt local et des Transports publics automobiles de France.

**Lévy-Salvador,** Paul, Inspecteur général au Ministère de l'Agriculture, Ingénieur des Constructions civiles.

**Liénard,** Alfred, Sous-directeur de l'Ecole nationale supérieure des Mines.

**Locherer,** Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

**Lorin,** Maître de conférences à l'École centrale des Arts et Manufactures.

**Loucheur,** Louis, Ministre de la Reconstitution des Régions libérées.

**Lumière,** Louis, Membre de l'Institut.

**Lyon,** Georges, Recteur de l'Académie de Lille.

**Mahieu,** Albert, Secrétaire général du Ministère des Travaux publics.

**Mange,** Directeur de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans.

**de Marchena,** Professeur à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.

**Margot,** Maurice, Directeur général de la Compagnie des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée,

**Mariage,** Directeur général de la Compagnie des Transports en commun de la Région parisienne.

**Marlio,** Louis, Président de la Chambre syndicale des forces hydrauliques.

**Masse,** René, Président d'honneur du Syndicat professionnel et de la Chambre syndicale de l'Industrie du gaz en France, Membre de la Chambre de Commerce de Paris.

**Mauduit,** Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

**Maugas,** Gabriel, Ingénieur général du Génie maritime.

**Mazen,** Natalis, Sous-directeur honoraire des chemins de fer de l'Etat, Ancien président de la Société française des Electriciens, Professeur à l'Ecole supérieure d'Électricité.

**Menier,** Gaston, Sénateur, Vice-président du Conseil d'Administration du Conservatoire national des Arts et Métiers.

**Mesnager,** Membre de l'Institut, Professeur à l'Ecole polytechnique.

**Monmerqué,** Arthur, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Président du Comité d'Electricité au Ministère des Travaux publics.

**Moniez,** Romain, Recteur de l'Académie de Caen.

**Moureu,** Charles, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France.

**Padé,** Henri-Eugène, Recteur de l'Académie de Dijon.

**Painlevé,** Ancien président du Conseil des Ministres, Membre de l'Institut, Président du Conseil d'Administration du Conservatoire national des Arts et Métiers.

**Parodi,** Chef des Services électriques du Matériel et de la Traction du chemin de fer d'Orléans.

**Pascalis,** Président de la Chambre de Commerce de Paris.

**Paul,** Directeur de la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

**Payen,** Fernand, Avocat à la Cour d'Appel de Paris, Membre du Conseil de l'Ordre.

**Payot,** Jules, Recteur de l'Académie d'Aix-en-Provence.

**Penet**, N., Maire de Poleymieux.

**Péridier,** Julien, Vice-Président de la Société amicale des Ingénieurs de l'École supérieure d'Electricité.

**Perot,** Alfred, Professeur à l'Ecole polytechnique.

**Perrin,** Président d'honneur de la Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité.

**Petit,** Paul, Doyen de la Faculté des Sciences de Nancy.

**Picard,** Emile, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Membre du Conseil d'Administration du Conservatoire des Arts et Métiers.

**Picou,** Victor, Ancien président de la Société française des Electriciens.

**Pihier,** Directeur des Services techniques du Ministère de la Reconstitution des Régions libérées.

**Pineau,** Léon, Recteur de l'Académie de Poitiers.

**Pinot,** Robert, Délégué général de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques.

**de Pistoye,** Henri, Vice-président de la Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité.

**Pomey,** Jean-Baptiste, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes, Répétiteur de Mécanique à l'Ecole polytechnique.

**Postel-Vinay,** Ancien président de la Société française des Electriciens.

**Prangey,** Henri, Secrétaire général de l'Office de Reconstitution industrielle.

**Puiseux,** Pierre, Membre de l'Institut.

**Rateau,** Auguste, Membre de l'Institut, Ingénieur au corps des Mines, Membre du Conseil d'Administration du Conservatoire des Arts et Métiers

**Riboud,** Paul, Directeur de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est.

**Ricard,** Emile, Directeur de l'École nationale des Arts et Métiers d'Aix-en-Provence.

**Richet,** Charles, Membre de l'Institut.

**Rigollot,** Henri, Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

**Robineau**, Gouverneur de la Banque de France.

**Rolland d'Estape,** Président du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz.

**Baron Edouard de Rothschild,** Président du Conseil d'Administration des Chemins de fer du Nord.

**Sabatier,** Paul, Membre de l'Institut.

**Sailly,** Paul, Président de la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique.

**Schwarberg,** Président du Syndicat professionnel des Industries électriques.

**Swyngedauw,** Directeur de l'Institut électrotechnique de Lille.

**Sciama,** Gaston, Ancien président de la Société française des Electriciens.

**Général Sébert,** Membre de l'Institut, Ancien président de la Société française des Electriciens.

**Taillefer,** André, Avocat à la Cour d'appel de Paris, Ancien élève de l'Ecole polytechnique.

**Teissier,** Georges, Membre de l'Institut, Président de la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

**Thamin,** Raymond, Recteur de l'Académie de Bordeaux.

**Turpain,** Albert, Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.

**Vautier,** Théodore, Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

**Vergé,** Président du Conseil d'Administration du Chemin de fer d'Orléans.

**Vessiot,** Ernest, Sous-directeur de l'Ecole normale supérieure.

**Vidal,** Gaston, Sous-secrétaire d'État de l'Enseignement technique.

**Vieille,** Membre de l'Institut.

**Villard,** Membre de l'Institut.

**Vincent,** Daniel, Ministre du Travail.

**Violle,** J., Membre de l'Institut, Professeur de Physique au Conservatoire national des Arts et Métiers et Membre du Conseil, Ancien président de la Société française des Electriciens.

**Vogt,** Directeur de l'Institut électrotechnique et de Mécanique appliquée de la Faculté des Sciences de Nancy.

**Weiss,** Pierre, Directeur de l'Institut de Physique de l'Université de Strasbourg.

**Witz,** Aimé, Membre correspondant de l'Institut, Doyen honoraire de la Faculté libre des Sciences de Lille.

---

# COMITÉ D'ORGANISATION

**Berthelot,** Daniel, Membre de l'Institut, ancien Président de la Société française des Electriciens, *Président.*

**Boucherot,** Paul, Président de l'Union des Syndicats des Ingénieurs français, ancien Président de la Société française des Electriciens, *Vice-Président.*

**Legouez,** Raynald, Président de l'Union des Syndicats de l'Electricité, Membre trésorier de la Chambre de commerce de Paris, *Vice-Président.*

**Rey,** Jean, Président de la Société française des Electriciens, *Vice-Président.*

**Blondin,** Joseph, Agrégé de l'Université, Professeur de Physique au Lycée Rollin, Directeur de la « Revue générale de l'Electricité ».

**Brylinski,** Emile, Président du Comité électrotechnique français, Ancien président de la Société française des Electriciens.

**Janet,** Paul, Membre de l'Institut, Président de la Société française de Physique, Directeur du Laboratoire central et de l'Ecole supérieure d'Electricité.

**Labour,** Edouard, Président du Syndicat professionnel des Ingénieurs électriciens français.

**Cellerier,** J.-Fernand, Directeur du laboratoire d'essais au Conservatoire national des Arts et Métiers, Président de la Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité, *Secrétaire général.*

**Blondin,** Maurice, Secrétaire général de la « Revue générale de l'Electricité », *Secrétaire.*

---

# Discours de M. Daniel BERTHELOT,
## Membre de l'Institut,
## Président du Comité d'Organisation
## du Centenaire des Découvertes d'Ampère.

---

MONSIEUR LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,

MESSIEURS LES MINISTRES,

MESDAMES, MESSIEURS,

Cent ans ont passé depuis l'année où, dans une série de mémoires restés fameux par leur hardiesse et leur perfection, le génie d'Ampère établissait la communauté de nature des phénomènes électriques et magnétiques.

Non seulement les progrès de la science, qui depuis un siècle ont brisé tant d'idoles, ont respecté les vues du prodigieux précurseur, mais la vertu créatrice de ses idées révolutionnaires n'est pas encore épuisée aujourd'hui. Plus en faveur que jamais, ses conceptions servent de guide aux recherches les plus modernes sur la constitution de la matière.

Son œuvre nous apparaît semblable à ces hauts sommets dont, à chaque tournant du chemin, on découvre des aspects imprévus.

Sa figure est de celles qui grandissent dans le recul des âges. Et comme à ceux qui cherchent la vérité le reste est parfois donné par surcroît, ce philosophe désintéressé, ce rêveur souvent chimérique, a mérité justement le titre de bienfaiteur de l'humanité. Des industries immenses, qui emploient des centaines de milliers d'ouvriers, qui mettent en jeu des milliards de capitaux, sont sorties de ses découvertes. L'électroaimant qui fut sa plus belle création expérimentale est aujourd'hui l'âme même et du télégraphe électrique dont il donna le principe, et du téléphone, et de ces innombrables machines qui, soit dans les ateliers ou les usines, soit sur les tramways et les chemins de fer, dispensent aux hommes l'énergie électrique.

Chez Ampère, l'homme était aussi bon que le savant était grand. Les tragiques épreuves qui marquèrent son adolescence de l'ineffaçable empreinte d'un

sceau sanglant, n'ébranlèrent ni sa foi au progrès, ni sa pitié pour les humbles, ni cet inextinguible amour de l'humanité qui le consuma, comme une flamme ardente, jusqu'à son dernier jour.

Avec le temps qui passe, les fils de son sang ont disparu ; les fils de son esprit se lèvent chaque jour plus nombreux : il leur appartenait de reprendre comme un héritage sacré les devoirs de la famille éteinte.

Au mois de mai dernier, sur l'initiative de notre collègue M. Boucherot, les ingénieurs électriciens de France ont restauré au cimetière Montmartre la tombe que nulle main pieuse n'entretenait plus,

Au mois de juillet, dans le bourg de Poleymieux, au milieu du décor familier où il naquit et vécut, au pied des collines lyonnaises du Mont d'Or, on a dressé son image.

Les grands corps scientifiques et industriels de notre pays, l'Académie des Sciences, l'Union des Syndicats de l'Electricité, ont pensé qu'il ne fallait pas s'en tenir là, et qu'il serait d'un salutaire exemple pour tous, et particulièrement pour l'ardente jeunesse de nos écoles qu'il aimait tant et dont je vois sur ces gradins de si nombreux représentants, de rendre dans notre vieille et toujours jeune Sorbonne un hommage solennel à un des plus purs, un des plus glorieux enfants de notre France éternelle.

Soyez respectueusement remercié, Monsieur le Président de la République, pour avoir bien voulu nous faire le grand honneur d'accepter dès le premier jour la présidence de notre Comité de Patronage et de rehausser par votre présence l'éclat de cette cérémonie.

Qu'il me soit permis de remercier également MM. les Membres du Gouvernement et les hautes personnalités françaises ou étrangères réunies sur cette estrade, et particulièrement l'éminent Président de la Commission électrotechnique internationale, M. le Dr Mailloux, un fidèle ami de notre pays dans les bons jours et dans les jours d'épreuve, qui n'a pas craint de traverser l'Atlantique pour venir prendre la parole aujourd'hui devant vous.

Né près de Lyon en 1775, André-Marie Ampère étonna ceux qui l'entouraient par les manifestations de ce génie précoce dont les mathématiciens et les musiciens semblent avoir le privilège. A onze ans, il avait épuisé la bibliothèque paternelle ; à douze ans, il lisait Euler et Bernoulli dans le texte latin ; à quatorze ans il dévorait la grande Encyclopédie de Diderot et de d'Alembert, dont près d'un demi-siècle plus tard, grâce à sa prodigieuse mémoire, il récitait par cœur de longs passages ; à dix-huit ans, il possédait tout le calcul infinitésimal aussi bien qu'il devait jamais le savoir, il créait un dictionnaire et la grammaire d'une langue universelle, — qui ne fut jamais parlée que par lui seul, — il écrivait des poèmes, des épopées, des chansons, des tragédies, des madrigaux.....

La foudre à ce moment tomba près de lui. Victime des passions révolutionnaires, son père, ancien juge de paix à Lyon, fut guillotiné en 1793.

Le coup était trop rude pour un jeune homme de dix-huit ans. Son intelligence faillit tomber au gouffre de la folie ; durant un année entière, il resta hébété ; comme un enfant, il ne se plaisait plus qu'à écouter de la musique ou à cueillir des fleurs.

L'amour le sauva. Un jour qu'il herborisait dans un pré, il aperçut, au coucher du soleil, le long d'un ruisseau, une gracieuse jeune fille, Julie Carron. Alors commença une idylle dont Ampère a noté dans son journal intime les moindres détails avec une fraicheur naïve dont la littérature ne donnerait peut-être pas un second exemple.

Après trois ans d'attente, en 1799, ce Chérubin craintif, aux gros souliers et aux cheveux en broussaille, vit sa constance enfin récompensée ; il épousa sa Julie. Il goûta alors une année de bonheur, la seule, a-t-il dit plus tard, qu'il ait jamais eue dans sa vie. Un fils leur naquit, qui devait être l'historien Jean-Jacques Ampère. Presque aussitôt des soucis matériels gâtèrent sa félicité. Pour subvenir aux besoins de sa petite famille, il dut s'en séparer et accepter un poste de professeur à Bourg, à douze lieues de Lyon. Son rève était d'y revenir comme professeur au lycée. Un livre qu'il publia sur le calcul des probabilités lui valut l'estime de Delambre et le poste souhaité. Mais il était déjà trop tard ; il trouva sa femme mourante de la poitrine. Trois mois après, le 13 juillet 1804, elle expirait.

Ampère s'enfonça dans le travail. Il y trouva la gloire. Pour lui, véritablement, elle ne fut que le deuil éclatant du bonheur.

Ses découvertes le rendirent célèbre dans le monde entier. Ses distractions ne sont pas restées moins légendaires. A l'Ecole Polytechnique, quand, avec la malice de leur âge, les élèves guettaient l'arrivée d'un visiteur hirsute, à la cravate dénouée, laissant sortir de sa poche en guise de mouchoir un torchon souillé de craie, ils savaient qu'ils avaient devant eux le grand Ampère.

Ses travaux sur l'intégration des équations aux dérivées partielles, sur la théorie mathématique du jeu, sur la structure moléculaire des gaz eussent suffi à la réputation de plusieurs savants. Ils furent éclipsés cependant par ses mémoires sur l'électromagnétisme et l'électrodynamique qu'il rédigea vers quarante-six ans.

Les honneurs vinrent à lui. Successivement il devint professeur à l'École Polytechnique, puis au Collège de France, inspecteur général de l'Université, membre de l'Académie des Sciences dans la section de géométrie.

Il s'adonna avec passion à la philosophie en compagnie de Maine de Biran et de ses amis de la Société d'Auteuil ; il prit part aux célèbres controverses de Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire ; il consacra le meilleur de son activité à un grand ouvrage sur la classification des Sciences. Il apportait à tout ce qu'il faisait la même ardeur enthousiaste ; pour lui le doute n'était pas le mol oreiller sur lequel s'endormait le scepticisme d'un Montaigne. « Le doute, écrivait-il dans une de ses lettres, est le plus grand des tourments que l'homme endure sur

la terre. » Ses amis Camille Jordan et Degerando avaient conservé un impérissable souvenir d'un soir où, ayant commencé à leur exposer le système du monde, il parla devant eux, sans que leur attention faiblît, treize heures de suite.

Ses dernières années furent troublées par des maladies et des malheurs de famille. Il mourut le 10 juin 1836, âgé de soixante et un ans, en tournée d'inspection, au collège de Marseille.

Entre tant de titres de gloire, l'explication du magnétisme et la création de l'électrodynamique sont les plus beaux. Ce sont ceux que nous célébrons aujourd'hui. Dans une expérience isolée d'Œrsted, Ampère sut trouver la clef d'un des mystères les plus cachés de la nature; il comprit et démontra que le magnétisme n'est que l'électricité en mouvement tourbillonnaire : le solénoïde, l'électroaimant dérivent de cette conception. Il fit voir que le magnétisme terrestre s'explique non par la présence de gigantesques dépôts de fer, comme on le croyait, mais par celle de courants telluriques circulant le long de l'équateur. Passant avec audace de l'infiniment grand à l'infiniment petit, il admit que les propriétés des barreaux aimantés eux-mêmes tiennent à des courants circulaires dans l'intérieur des atomes.

Les idées d'Ampère s'écartaient profondément des théories alors courantes en mécanique où l'on cherchait à tout ramener aux forces centrales newtoniennes entre points doués de masse. Au rebours des précédentes, les forces élémentaires d'Ampère naissent du mouvement et ne vérifient pas, sous sa forme ancienne, le principe de l'action et de la réaction.

La science doit beaucoup à l'étude de ces forces nouvelles, filles du mouvement. Elles paraissent appelées à nous donner l'explication de ces innombrables raies spectrales, langage secret des atomes, que les anciennes analogies tirées de l'élasticité ou de l'acoustique avaient été impuissantes à éclaircir et que nous commençons à peine à déchiffrer.

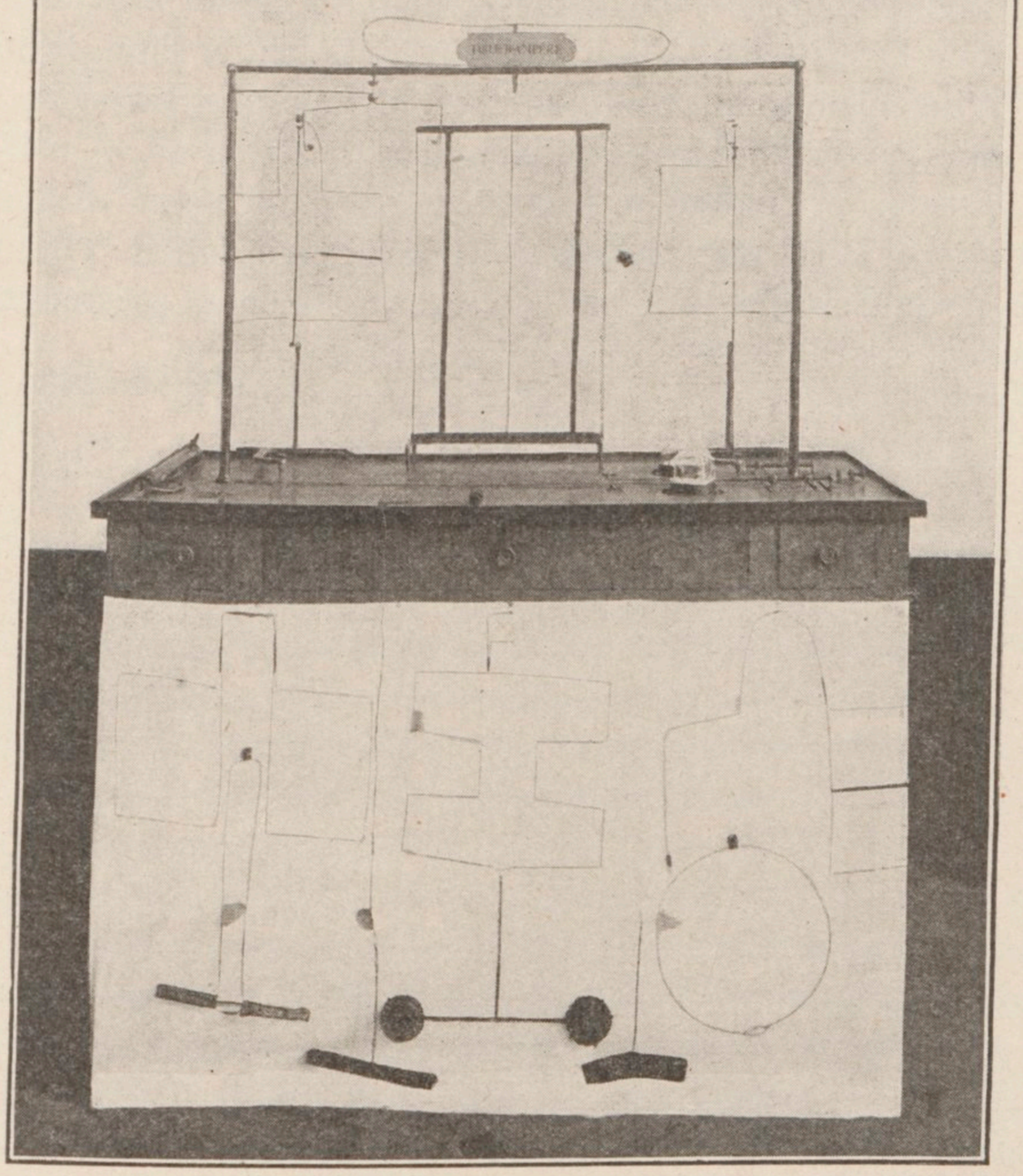
Ainsi les idées d'Ampère sont aussi jeunes qu'au jour de leur naissance : il fut vraiment l'un de ces inspirés qui voient dans l'avenir bien loin en avant des autres hommes.

La lecture de ses mémoires est attachante. Ce ne sont point les cris de joie mystique ou d'orgueil délirant d'un Képler : « Que mon livre soit lu aujourd'hui ou dans cent ans, que m'importe? Dieu n'a-t-il pas attendu plus de six mille ans qu'un homme vînt, capable de pénétrer son œuvre? » Ce ne sont point non plus les fantastiques éclairs qui, du sein d'une nuit profonde, illuminent en traits de génie les obscurités, les erreurs mêmes d'un Faraday. C'est une clarté limpide comme celle d'un beau ciel étoilé.

Le Collège de France possède encore la table rudimentaire faite des propres mains d'Ampère, avec laquelle, dans son petit cabinet de la rue des Fossés-

Saint-Victor, il exécuta toutes ses expériences : instrument qu'eût pu construire un serrurier de village. Elle est là, devant vous. Voilà d'où est sortie une grande part de cette industrie moderne dont nous sommes si fiers.

Vers la même époque, Fresnel, différent d'Ampère, mais non moins grand,



La table et les appareils originaux, conservés au Laboratoire de Physique du Collège de France, avec lesquels A.-M. Ampère a démontré l'action exercée sur un courant électrique par un autre courant, le globe terrestre ou un aimant.

réalisait, avec le concours d'un armurier de province, les appareils les plus délicats de l'optique nouvelle.

Mémorables exemples de ce que, dans un domaine inconnu, un homme de génie peut faire avec de petits moyens ! Ces temps sont passés, dira-t-on. Est-ce bien sûr ? Qu'on me permette, d'en douter, à moi qui ai vécu dix années de ma lointaine jeunesse au cœur du vieux Muséum de Cuvier et de Chevreul, dans le

réduit obscur, au plancher carrelé, près de la hotte noircie où Henri Becquerel découvrit les premiers phénomènes de la radioactivité ; à moi qui, bien souvent depuis, ai monté les marches vermoulues du grenier où notre grand Branly inventa l'œil électrique capable de percevoir ces ondulations de la télégraphie sans fil pour lesquelles l'œil humain est aveugle.

Entre tous, l'exemple d'un Ampère nous montre que le génie d'un homme n'est pas une qualité abstraite, en marge de la vie, et que, dans des domaines différents, les mêmes dons d'amour passionné du vrai et du beau, d'ardeur concentrée, d'imagination créatrice, font l'artiste, le savant, le poète.

Les physiciens modernes ont donné le nom d'Ampère à une des grandeurs fondamentales de l'électricité. Aujourd'hui, à toute heure, dans le monde entier des milliers d'ingénieurs, de contremaîtres, de simples ouvriers en répètent les syllabes, sans avoir jamais entendu parler de l'homme. Ainsi, tandis que son corps périssable est tombé en poussière, son nom même s'est dépouillé de son sens éphémère, et est retourné au patrimoine commun de l'humanité. Pour un serviteur de la Science, qui, par son essence même, est œuvre collective et impersonnelle, c'est la consécration suprême.

## Discours de M. P. APPELL

### Membre de l'Institut,

### Recteur de l'Université de Paris.

---

Monsieur le Président de la Répubelique,

Messieurs les Ministres,

Mesdames, Messieurs,

Parmi les gloires scientifiques de la France, si belles et si nombreuses, Ampère figure au premier rang. L'Université de Paris, dont le but principal est la recherche scientifique et l'initiation des jeunes générations aux méthodes de travail pouvant conduire à des découvertes, est heureuse de s'associer solennellement à l'hommage public rendu au grand Ampère. Elle s'enorgueillit d'ailleurs de ce fait qu'Ampère lui a appartenu, par un à côté il est vrai, comme suppléant dans la chaire d'Astronomie en 1820.

On a dit avec raison que la civilisation moderne, en ce qu'elle a de matériel et de pratique, est scientifique et même électrique : communications, transports, éclairage, force motrice, tout est électrique ou du moins transmis et transformé par l'intermédiaire de l'électricité. C'est Ampère qui est le grand génie créateur d'où est sorti ce monde nouveau dont nous voyons seulement la genèse ; par un retour fatal, les découvertes d'Ampère auront un retentissement social immense : elles aboutiront à une transformation morale de l'humanité entière, car, lorsque les agents naturels, les glaciers, les chutes d'eau, les fleuves, les vents, les marées auront été employés à faire marcher les machines de l'industrie et de l'agriculture, à faire circuler les trains et les tramways, à éclairer et à chauffer les usines et les habitations, les hommes, partiellement soustraits au labeur incessant nécessité par la vie matérielle de chaque jour, pourront réfléchir, regarder le ciel, penser à leurs devoirs d'êtres humains et sociaux. L'œuvre admirable d'Ampère, l'histoire de ses découvertes et de leur développement, a été rappelée et décrite par de plus compétents que moi. Je pourrai peut-être apporter

ici une note personnelle en cherchant à caractériser l'œuvre d'Ampère comme mathématicien.

Le point essentiel est qu'Ampère a toujours considéré les mathématiques comme un instrument : il a toujours recherché leur utilisation en vue de ses recherches physiques; il n'a jamais songé aux développements mathématiques pour eux-mèmes; il s'est attaqué à des problèmes qui étaient posés par les faits, dont la solution existait certainement, mais ne pouvait être obtenue avec précision que par les méthodes mathématiques. L'exemple le plus complet de cette tournure d'esprit nous est fourni par la fameuse formule dite d'Ampère et de Stokes, qui transforme une intégrale double étendue à une surface courbe en une intégrale simple étendue au contour. Ampère, ayant besoin de cette transformation pour faire l'assimilation d'un feuillet magnétique à un courant électrique circulant sur le bord du feuillet, a établi la formule pour ce cas particulier et s'est ensuite déclaré satisfait. Mais la formule est plus générale du point de vue mathématique abstrait, comme l'a montré l'Anglais Stokes, en la donnant dans sa généralité, par une méthode que les calculs mèmes d'Ampère permettaient de prévoir.

Cette préoccupation se manifeste dans toutes les recherches d'Ampère en mathématiques. Son œuvre dans ce domaine peut être résumée sous trois grands chapitres :

I. — Les recherches relatives au calcul des probabilités, aux invariants différentiels, à la mécanique, à la réfraction, à l'électrodynamique,

II. — Les recherches relatives aux équations aux dérivées partielles, recherches aujourd'hui classiques, formant un chapitre de première importance dans l'analyse moderne.

III. — Enfin les ouvrages d'enseignement, dans lesquels apparaît à chaque page la tendance du physicien.

Si certains peuples ont autrefois employé des procédés de réclame pour exalter leurs savants aux dépens de ceux des autres nations, et s'ils ont placé le rendement au-dessus de la vérité, ils ont, du point de vue scientifique, employé une mauvaise méthode, dont ils aperçoivent aujourd'hui la faillite. Il est utile que notre pays, épris de vérité et d'humanité, fête avec éclat les hommes tels qu'Ampère, qui ont créé tout un monde nouveau dans le domaine scientifique, qui ont fait éclore une ère nouvelle dans le développement de l'Humanité et dont le rayonnement constitue une part essentielle de la haute situation de la France dans le monde.

## Discours de M. P. JANET,

## Membre de l'Institut,

## Directeur du Laboratoire central d'Électricité et de l'École supérieure d'Électricité.

---

Monsieur le Président de la République,
Messieurs les Ministres,
Mesdames, Messieurs,

La physionomie des grands hommes se précise et s'éclaire par l'éloignement des années : il en est peu d'aussi attachante que celle d'André-Marie Ampère : en lui l'homme et le savant se mêlent d'une manière intime et nous le sentons plus près de nous que bien d'autres dont l'action a été aussi grande dans les sciences. Mais cette action qu'il a exercée sur l'ensemble de nos connaissances et, en particulier et surtout, sur nos connaissances en électricité, se fond aujourd'hui d'une manière si harmonieuse et, pour ainsi dire, si impersonnelle dans les conceptions nouvelles qui peu à peu se sont, depuis un siècle, formées par des efforts successifs de ses continuateurs, que le fait d'employer tous les jours sans remonter à leur source les idées qu'ils nous a léguées, de nous appuyer commodément sur elles en oubliant peut-être un peu trop le génie créateur qui les a enfantées, constitue une sorte d'ingratitude morale dont les cérémonies comme celles d'aujourd'hui sont destinées à nous relever. C'est dans cet esprit de recueillement, de reconnaissance et de respect que j'ai tenu, à l'occasion de ce centième anniversaire, à entrouvrir la précieuse collection des papiers d'Ampère qui est pieusement conservée dans les Archives de l'Académie des Sciences où elle remplit trente quatre volumineux cartons. Rien ne peut donner une idée de l'impression de vie et de puissance intellectuelle qui se dégage de cet amas poussiéreux dormant là depuis de si longues années. Même après avoir lu les notices très complètes sur Ampère qui ont été publiées par Arago, Sainte-Beuve, Littré, Cornu et bien d'autres, même après s'être imprégné de son journal et de sa correspondance, ce livre exquis où se reflète d'une

manière si exacte son âme transparente, et que je voudrais voir entre les mains de tous les jeunes gens qui aspirent à un avenir scientifique, on a la sensation, lorsqu'on s'engage dans l'examen attentif de ces précieux documents, que l'on a devant soi non plus un reflet, mais l'homme lui-même,

L'influence du XVIII^e^ siècle finissant, une éducation libre quoique profondément religieuse, faite en dehors des règles communes, une vigueur de pensée exceptionnelle, une sincérité profonde, une curiosité inlassable, une fougue toujours jeune dans la recherche, une mémoire prodigieuse, tous ces éléments réunis se sont fondus dans Ampère pour en faire un des derniers encyclopédistes. Aussi, dans ce monceau de papiers qui sont la trace palpable de toute une vie de réflexion et de production, les études les plus diverses s'accumulent en vagues successives : mathématiques, physique, chimie, sciences naturelles, et, par-dessus tout, philosophie, idéologie, suivant l'expression du temps, s'entassent dans ces feuillets recouverts d'une grosse écriture très lisible, inélégante, lourdement conduite, comme le rapportent ses contemporains, non par une main souple, mais par le bras tout entier qui peine en traçant ces caractères trop lents à enfermer la pensée; puis brusquement, au milieu de ces liasses en désordre, des papiers intimes apparaissent, des lettres, probablement inédites, de tous ceux qui lui furent chers : ses amis de Lyon, son fils Jean-Jacques, sa fille Albine, sa vieille mère et, dernière relique que je n'ai effleurée qu'avec une profonde et respectueuse émotion, un paquet de billets jaunis et froissés par le temps d'où s'échappe une boucle des cheveux d'or de Julie. Je ne puis résister au désir de transcrire ici un passage délicieux d'une de ces lettres, qui peint si bien Ampère dans toute la naïveté et toute la gaucherie de sa jeunesse : Julie est à la campagne, Ampère à Lyon d'où il doit, le lendemain, venir la retrouver. Elle écrit : « Je te prie, mon bon ami, si tu me dis bonjour en m'embrassant devant tout le monde, n'aie pas ton air ordinaire à me serrer dans tes bras ; je t'en prie, réserve cela pour quand nous serons seuls, et je t'en saurai bien bon gré ». Comment ces quelques papiers de famille se sont-ils trouvés mêlés à la masse de papiers scientifiques déposés à l'Académie, et ont-ils échappé à la publication, c'est là un problème historique que je n'aborderai pas ici; toujours est-il que le hasard n'a pas voulu séparer complètement la vie de cœur d'Ampère, de sa vie intellectuelle : l'une et l'autre furent intenses et profondes.

A n'en juger que par la fréquence des idées qui reviennent sans cesse sous sa plume, la grande préoccupation d'Ampère, depuis le moment où sa pensée a commencé à se former, a été la philosophie et la classification des sciences. Cette idée, on peut le dire, l'obsédait et il sentait bien, semble-t-il, que, dans l'intérêt même de ses autres travaux, il eût dû en abandonner la poursuite jamais achevée, car, sur un de ces tableaux de classification daté du 7 octobre 1822, on peut lire de sa grosse écriture naïve : « *tableau où je ne changerai plus*

*rien* », et pourtant jusqu'à sa mort, c'est-à-dire jusqu'en 1836, il devait constamment retoucher et remanier cet ouvrage de Pénélope qui jamais ne le satisfaisait.

Mais je ne dois pas oublier que, parlant ici au nom de la Société française de Physique et de la Société française des Electriciens, ce sont surtout les travaux d'Ampère en Physique et en Electricité qui doivent retenir notre attention; aussi bien, sans manquer au respect dû à ce grand nom, pouvons nous dire qu'aucun de ses travaux ne laissera dans la Science une trace comparable à celle de ses recherches sur l'Electrodynamique.

Ces recherches furent, dans sa vie, un accident de génie qui remplit six années, de 1820 à 1826 ; pendant cette période toutes ses forces, toute son ardeur sont données aux découvertes nouvelles qui allaient immortaliser son nom; essayons de nous replacer dans ce temps et dans ce milieu, et de faire revivre une époque qui a marqué pour la science le point de départ d'une ère nouvelle.

A ce moment, Ampère était professeur d'analyse à l'Ecole Polytechnique et inspecteur général de l'Université. A l'Académie des Sciences, où il était entré en 1814, il appartenait à la section de Géométrie où il coudoyait Laplace, Legendre, Lacroix, Biot et Poinsot.

Malgré l'universalité de ses tendances et de ses travaux, il était donc classé comme mathématicien et, de fait, dans ces dernières années, malgré un intéressant mémoire sur la classification des corps simples en chimie, ses principaux efforts avaient porté sur les mathématiques ou, tout au moins, la physique mathématique ; il n'avait donc aucun laboratoire, aucune ressource expérimentale : sa vie, toute consacrée à l'étude, s'écoulait dans cette petite maison de la rue des Fossés-Saint-Victor, aujourd'hui rue du Cardinal-Lemoine, au coin de la rue des Boulangers, qu'il avait achetée en commun avec sa sœur, en 1818, et où, suivant une boutade de son fils Jean-Jacques, ils étaient isolés du monde par la rue des Fossés-Saint-Victor qui les entourait comme un fleuve de boue.

La découverte d'Œrsted, sur la déviation de l'aiguille aimantée par un courant électrique, avait été faite à Copenhague dans l'hiver de 1819. Les relations scientifiques étaient lentes à cette époque ; c'est seulement vers le mois de juillet 1920 que les expériences d'Œrsted furent connues à Paris, par quelques exemplaires du mémoire original. Il est permis de croire qu'elles y attirèrent peu l'attention ; Ampère, à ce moment, était en tournée d'inspection à Amiens, d'où il écrit à Jean-Jacques : « Il vaut mieux écrire à son fils que dîner avec un préfet » ; au mois d'août, il est juré à la Cour d'Assises de la Seine. Il paraît donc bien vraisemblable qu'il n'a guère le temps de s'ocuper de physique ; peut-être même ignore-t-il encore la découverte nouvelle qui va bouleverser la science. C'est à Genève, pendant ce même mois d'août, qu'Arago assiste pour la première fois aux expériences. Voici dans quels termes, à son retour à Paris, il raconte cet

événement : « M. le professeur de La Rive, de Genève, qui a découvert lui-même des phénomènes extrêmement curieux avec les puissantes piles qu'il possède, ayant bien voulu me permettre d'assister à la vérification qu'il a faite des expériences d'Œrsted, devant MM. Prevost, Pictet, De Saussure, Marcet, De Candolle, etc .., j'ai pu me convaincre de l'exactitude des résultats principaux donnés par le savant danois ». Notre grand chimiste Jean-Baptiste Dumas, qui, en rapportant cette anecdote, ajoute discrètement qu'il figurait parmi les *et cætera* d'Arago, nous dépeint l'admiration excitée par cette expérience qui se résume dans l'exclamation bien connue du physicien Pierre Prevost : « Novus rerum nascitur ordo ».

Dès son retour à Paris, Arago se hâte de faire connaître et de reproduire l'expérience d'Œrsted.

Voici en quels termes les procès-verbaux de l'Académie des Sciences rapportent ce fait capital :

*Séance du 4 septembre 1820.*

*M. Arago rend compte des expériences faites par M. Œrsted, relativement à l'influence réciproque du galvanisme et du magnétisme. M. de La Rive a répété les expériences du savant Danois à Genève avec un succès complet. M. Arago est chargé par l'Académie de répéter ces expériences devant elle, lundi prochain.*

*Séance du 11 septembre 1820.*

*M. Arago répète devant l'Académie les expériences de M. Œrsted.*

Ampère assistait à ces deux séances : son esprit toujours en éveil saisit immédiatement l'importance des phénomènes dont il vient d'être témoin et, dès lors, il est pris tout entier par l'ardeur véritablement sacrée de l'invention, je dirais plutôt, de l'intuition scientifique ; dès le lundi suivant, 18 septembre, ce sont toujours les procès-verbaux qui parlent, *M. Ampère lit un Mémoire relatif aux nouveaux phénomènes galvanico-magnétiques ;* puis, aux séances suivantes, semaine par semaine, les communications se succèdent, convainquantes, irréfutables. Dans ces temps lointains, les comptes rendus de l'Académie n'existaient pas encore ; il est donc difficile de démêler, dans les mémoires plusieurs fois refondus par Ampère lui-même, la marche de ses idées. Pourtant, dans quelques notes peu connues, il nous met à même de répondre à cette question. Je transcris textuellement :

*Séance du 18 septembre 1820.*

« Je réduisis les phénomènes observés par M. Œrsted à deux faits généraux. Je montrai que le courant qui est dans la pile agit sur l'aiguille aimantée comme celui du fil conjonctif. Je décrivis les expériences par lesquelles j'avais

constaté l'attraction ou la répulsion de la totalité d'une aiguille aimantée par le fil conjonctif. Je décrivis les instruments que je me proposais de faire construire, et, entre autres, des spirales et des hélices galvaniques. J'annonçai que ces dernières produiraient, dans tous les cas, les mêmes effets que les aimants. J'entrai ensuite dans quelques détails sur la manière dont je conçois les aimants, comme devant uniquement leurs propriétés à des courants électriques dans des plans perpendiculaires à leur axe, et sur les courants semblables que j'admets dans le globe terrestre, en sorte que je réduisis tous les phénomènes magnétiques à des effets purement électriques ».

*Séance du 25 septembre 1820.*

« Je donnai plus de développement à cette théorie, et j'annonçai le fait nouveau de l'attraction et de la répulsion de deux courants électriques, sans l'intermède d'aucun aimant, fait que j'avais observé sur des conducteurs pliés en spirale. Je répétais cette expérience dans le cours de la séance, etc... »

Toutes les idées modernes sur l'électrodynamique ne sont-elles pas contenues dans ces quelques mots, et peut-on assez admirer cet éclair de génie qui, en quelques jours, fonde une branche nouvelle de la science et lui donne une base assez solide pour résister à la critique des siècles.

Esssayons maintenant de faire revivre les sentiments intimes d'Ampère pendant cette semaine mémorable. Son fils Jean-Jacques, qui avait alors vingt ans, faisait à ce moment un voyage en Suisse avec quelques jeunes gens de son âge. Le père et le fils étaient en correspondance intime et suivie. Les archives de l'Académie renferment une lettre de première importance probablement inédite, en tous cas peu connue, d'Ampère à son fils, commencée le 19 septembre, lendemain de la première communication, terminée le 25 au soir, jour de la deuxième communication.

Voici la seconde partie de cette lettre capitale dans l'histoire :

25 septembre au soir.

« J'ai eu bien tort et je me repens beaucoup de n'avoir pas fait partir cette lettre il y a trois jours ; je ne m'en consolerais pas si je n'espérais qu'en partant demain elle te trouvera encore à Genève. J'allais l'achever pour la faire partir samedi dernier lorsque j'ai reçu la tienne datée de Meyringen à ton second passage par cette ville où tu m'annonces ton départ pour le Saint-Gothard. C'est pour y répondre d'abord que je ne finis pas la miennne, croyant toujours la finir vendredi soir, mais tous mes moments ont été pris par une circonstance importante de ma vie ; depuis que j'ai entendu parler pour la première fois de la belle découverte de M. Œrsted, professeur à Copenhague, sur l'action des courants

galvaniques sur l'aiguille aimantée, j'y ai pensé continuellement; je n'ai fait qu'écrire une grande théorie sur ces phénomènes et tous ceux déjà connus de l'aimant et tenté des expériences indiquées par cette théorie, qui toutes ont réussi et m'ont fait connaitre autant de faits nouveaux. Je lus le commencement d'un mémoire à la séance de lundi, il y a aujourd'hui huit jours. Je fis les jours suivants, tantôt avec Fresnel, tantôt avec Despretz, les expériences confirmatives. Je les répétai toutes vendredi chez Poisson où s'étaient réunis les deux Demussy, plusieurs élèves de l'Ecole Normale, le général Campredon, etc... Tout réussit à merveille, mais l'expérience décisive que j'avais conçue comme preuve définitive exigeait deux piles galvaniques; tentée avec des piles trop faibles chez moi avec Fresnel, elle n'avait point réussi; enfin, hier, j'obtins de Dulong qu'il permît à Dumotier de me vendre la grande pile qu'il faisait construire pour le cours de physique de la Faculté et l'expérience a été faite chez Dumotier avec un plein succès et répétée aujourd'hui à 4 heures à la séance de l'Institut; on ne m'a plus fait d'objection et voilà une nouvelle théorie de l'aimant qui en ramène par le fait tous les phénomènes à ceux du galvanique. Cela ne ressemble en rien à ce qu'on en disait jùsqu'à présent. Je la réexpliquerai demain à M. de Humboldt, après demain à M. de Laplace au Bureau des Longitudes ».

Puis, sans transition, la lettre continue par de banales nouvelles de famille. « Ta tante Carron va un peu mieux. J'ai été déjeuner chez elle avec ma sœur, ma cousine et Albine; nous te regrettons tous beaucoup... Ton papa t'embrasse mille et mille fois, A. Ampère ».

La réponse de Jean-Jacques à cette lettre se trouve, avec une date inexacte, dans le premier volume de la correspondance des deux Ampère.

A partir de ce moment, les expériences et les théories se succèdent jour par jour. C'est la petite maison de la rue des Fossés Saint-Victor qui sert de laboratoire; ce sont toutes les faibles ressources d'Ampère qui passent en construction d'appareils (car il n'était guère question à cette époque de crédits de l'Etat).

Les plus grands savants de France et de l'étranger gravissent l'escalier modeste de l'humble demeure du savant et sortent convaincus de l'exactitude des faits annoncés. Les objections, pourtant, qui ne s'étaient pas fait jour immédiatement, apparaissaient peu à peu : il est si tentant de ramener les phénomènes nouveaux aux vieux phénomènes magnétiques auxquels on est si bien habitué, au lieu de faire l'inverse. Ampère répond à toutes, toujours avec une courtoisie parfaite et sans amertume : *Opinionum commenta delet dies*, écrit-il à Faraday, *naturæ judicia confirmat* » : le temps efface les préjugés et confirme les lois naturelles et cette pensée de Cicéron semble le fortifier dans la lutte qu'il a à soutenir. Pourtant, les inquiétudes devaient venir; il dépense sans compter pour ses expériences et ses faibles ressources s'épuisent; il arrive un jour, en 1824, où sa sœur ne peut plus lui cacher la situation : il a des dettes;

et voici encore une lettre inédite, adressée vers cette époque à Humphry Davy qui nous éclaire sur son état d'esprit : « Vous paraissez désireux de savoir à quoi je fais allusion dans une lettre précédente quand je m'étais plaint dans cette lettre des tracasseries que j'éprouvais ici. Cela était surtout relatif à ce que l'on venait de me priver de la place d'inspecteur des études que je remplissais depuis 16 ans et qui me donnait un moyen de me livrer aux recherches que je faisais sur la physique et aux dépenses qu'exigent la construction des appareils et les expériences sans compromettre l'existence de ma famille. Pour trouver un équivalent nécessaire à mon existence, j'ai été obligé de me charger de deux cours qui ne me laissent presque plus de temps pour les travaux dont j'aurais voulu m'occuper. Quant à ce qui s'est passé en Angleterre au sujet de mes découvertes sur l'Electricité, c'est, je l'avoue, une chose à laquelle il m'est impossible de rien comprendre. A l'époque où je découvris l'action mutuelle de deux conducteurs voltaïques, je vis les hommes les plus capables en France d'apprécier ce fait ignoré jusqu'alors, mettre mon travail sur le même rang que la découverte qu'avait faite peu de temps avant M. Œrsted ; non seulement M. Fourrier, mais M. de Laplace (qui depuis s'est opposé à ce que j'ai établi relativement à l'identité de l'Elec:ricité et du Magnétisme, parce que cela dérangeait sa manière de considérer les choses, comme il s'est opposé aux conséquences des découvertes de M. Fresnel) s'accordaient à juger ainsi de la mienne.

» Ce premier travail fut suivi de celui par lequel je constatai l'action du globe terrestre sur les conducteurs. Mes expériences à ce sujet avaient été vues par les savants les plus illustres, répétées dans des cours publics par des physiciens qui ont aussi étendu la carrière des sciences, lorqu'on imprimait en Angleterre et en Allemagne que cette action n'avait pas lieu, preuve irréfutable que je suis l'unique auteur de ce nouveau fait comme celui de l'action mutuelle des conducteurs voltaïques. L'imitation des aimants avec des fils conducteurs pliés en hélice était à la vérité une conséquence de ces deux nouveaux faits. Mais personne songeait à l'en déduire quand j'ai imaginé cette manière de prouver l'identité de l'Electricité et du Magnétisme ».

L'identité du Magnétisme et de l'Electricité, voilà, Messieurs, l'immortelle découverte d'Ampère : il a à jamais ruiné l'ancienne hypothèse des fluides magnétiques ; pour lui, la seule réalité dans ce domaine, c'est l'Electricité, et l'on sait que les théories et les vues les plus modernes lui ont donné raison.

Aussi les admirables mémoires d'Ampère méritent-ils, aujourd'hui encore, d'être lus et médités par nos jeunes physiciens ; la Société française de Physique n'a pas attendu cette circonstance pour les tirer de l'oubli : il y a plus de trente-cinq ans, que, grâce aux soins éclairés du regretté Joubert, elle les a rassemblés

en deux volumes qui sont un digne monument élevé à la gloire de celui qui fut un véritable précurseur.

« Heureux, a dit Ampère, plusieurs années avant ses grandes découvertes, ceux qui cultivent une science à l'époque où elle n'est pas achevée, mais quand sa dernière révolution est mûre ». Il a lui-même gouté ce bonheur, mais sans s'apercevoir que la dernière révolution d'une science n'est jamais mûre ; du moins, s'il revenait aujourd'hui parmi nous, pourrait-il reconnaître dans les plus belles découvertes modernes les lointaines conséquences du monde d'idées qu'a engendré son immortel génie.

## Discours de M. Raynald LEGOUËZ,

## Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

---

Monsieur le Président de la République,

Messieurs les Ministres,

Mesdames, Messieurs,

Les représentants de l'Académie des Sciences, de l'Université et de la Société de Physique viennent de vous exposer en termes éloquents la valeur et l'importance des travaux d'Ampère, dont nous célébrons aujourd'hui le centenaire. Mais les lois de l'action des courants électriques, telles que le génie d'Ampère a su les dégager, n'ont pas été seulement une grande découverte scientifique ; dès qu'elles ont été formulées, les phénomènes électriques ont cessé d'être curiosités de laboratoire ; on a pu les prévoir, les régler et en préparer les multiples applications qui tiennent une place chaque jour grandissante dans la vie moderne.

Le président de l'Union des Syndicats de l'Électricité vous demande donc la permission d'exprimer à son tour, publiquement, l'admiration reconnaissante de l'industrie électrique française et même de l'industrie électrique du monde entier.

Les représentants de cette industrie électrique appartenant à de nombreuses nations étrangères, réunis en ce moment à Paris, sur notre invitation, pour étudier les délicats problèmes que soulèvent les transports de l'énergie électrique à très haute tension, ont envoyé des délégués à cette séance. Je tenais à les remercier d'avoir bien voulu souligner par leur présence, mieux que je ne pourrais le faire, l'intérêt universel pour l'industrie électrique des travaux d'Ampère. N'est-ce pas pour le même motif que le Congrès international de 1881 a décidé qu'une des plus importantes unités électriques, l'unité de courant, porterait le nom d'Ampère et l'a rendu ainsi immortel, en le faisant répéter sans cesse dans toutes les parties du monde.

Enumérer les industries nées des expériences, des idées ou des théories

d'Ampère serait une tâche impossible; rien qu'en France et en se limitant aux industries purement électriques, des milliards de francs sont engagés et plus de 50 000 ouvriers occupés. Les conséquences financières, économiques et sociales, dans la vie industrielle, comme dans la vie publique et la vie privée, sont incalculables.

Quand on compare ces résultats avec le temps si court consacré par Ampère à créer son œuvre et à la faiblesse des moyens dont il a disposé, on est frappé d'un profond étonnement tant le contraste est grand.

La petite table et les quelques fils conservés pieusement au Collège de France, sous le nom de table d'Ampère, paraissent misérables. Mais quelle leçon, quel enseignement s'en dégagent!

Certes on ne saurait doter trop largement les chaires et les laboratoires scientifiques, on ne pourrait trop faire pour le rapprochement chaque jour plus intime des hommes de sciences et des praticiens de l'industrie. Ce n'est pas le représentant de l'industrie électrique qui, comme l'industrie chimique, est née de découvertes scientifiques et dont les progrès sont intimement liés à ceux de la science, qui oserait émettre un doute sur l'importance des devoirs qui lui incombent pour l'encouragement et le développement des recherches scientifiques.

Mais à bien regarder la table d'Ampère, le sentiment que l'on éprouve n'est certainement pas le seul regret que cet homme de génie n'ait pas été richement doté. Ne faut-il pas conclure tout autre chose?

Dans l'établissement de la science électrique, comme dans toute science, il y eu trois phases : en premier lieu l'observation d'un phénomène physique, puis sa généralisation sous forme de lois et, enfin, le développement et les applications de ces lois. C'est surtout dans les recherches de la troisième phase qu'une intervention matérielle et financière aussi large que possible est indispensable.

L'observation initiale du phénomène a été souvent attribuée au hasard; erreur grossière. Mais, si une découverte de cette importance ne peut être un fait du hasard, c'est en vain que l'on multiplierait les laboratoires les plus richement outillés, pour en provoquer d'une valeur analogue. Pour voir et distinguer l'action d'un courant électrique sur l'aiguille aimantée, ce qu'il fallait, c'était un homme doué d'un haut esprit scientifique, comme Œrsted, et je tiens à dire aux délégués du Danemark nos regrets de n'avoir pu nous associer aux fêtes commémoratives qu'ils ont organisées en son honneur. Qu'ils acceptent l'expression de notre très sincère hommage.

La seconde phase, celle d'Ampère, consiste à comprendre la véritable cause du phénomène observé, à bien voir les forces mises en jeu et à dégager les lois qui deviendront la base de toute une science nouvelle. Elle est surtout œuvre de l'esprit.

Des savants érudits et appliqués peuvent scruter la nature, multiplier les expériences, en varier les conditions, accumuler les observations les plus utiles

et les plus intéressantes ; tout ce travail si laborieusement accompli restera à peu près inutilisable jusqu'au jour où viendra l'homme qui saura embrasser l'ensemble des faits, en montrer l'enchaînement, trouver le fil qui guidera dans ce labyrinthe. C'est cette synthèse qu'a réalisée Ampère.

J'aurais voulu dire à Monsieur le ministre de l'Instruction publique, au nom de ces industriels, qui lui ont tant demandé de relever le niveau de culture générale de nos jeunes gens : allez voir cette glorieuse petite table d'Ampère.

Et vous reviendrez fortifié dans la volonté de ne pas spécialiser trop tôt l'enseignement, convaincu de la nécessité de former des esprits larges, capables de comprendre les idées générales et d'exprimer clairement ce qu'ils auront bien conçu. C'est à cette école que se sont formés les grands esprits synthétiques comme Ampère, Berthelot, Pasteur et tant d'autres qui ont illustré la science française.

Où pourrait-on trouver de meilleures indications sur les qualités propres à l'esprit français qu'il faut avant tout cultiver, que dans la vie d'un homme comme Ampère où elles ont atteint leur plein épanouissement.

Le besoin d'ordre et de clarté le poussait à rechercher les grandes lois des phénomènes physiques, comme les grands principes qui doivent guider dans le classement des sciences ; en vrai fils d'un homme qui a payé de sa vie sa foi dans les grandes idées de la Révolution, Ampère cultivait la science, avec un magnifique désintéressement, un peu pour la science, dans le désir profond de collaborer au progrès de l'esprit humain et beaucoup parce qu'il voulait la faire contribuer à l'amélioration de la vie sociale.

C'était vraiment bien un devoir pour l'industrie électrique du monde entier de reporter sur Ampère tout l'honneur des progrès qu'elle a pu faire réaliser à la civilisation pour le mieux-être de l'humanité tout entière.

# FAC-SIMILE DE LA PLAQUE COMMÉMORATIVE

*Offerte à la commune de Poleymieux et inaugurée le 5 août 1906*

*Le 5 Août 1906*

L'ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

S'EST ARRÊTÉE A POLEYMIEUX

POUR RENDRE HOMMAGE A LA MÉMOIRE DE ANDRÉ-MARIE AMPÈRE

(1775-1836)

ET POUR POSER CETTE PLAQUE

SUR LA MAISON PATERNELLE OU S'EST ÉCOULÉE SA JEUNESSE

ET FORMÉ SON GÉNIE

Cette plaque, placée à l'entrée de l'ancienne demeure d'Ampère à l'occasion du passage à Poleymieux, en 1906, de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, a été remise au maire de Poleymieux par M. E. Guimet, au nom de la Compagnie des Produits chimiques d'Alais et de la Camargue. Elle est en aluminium, « M. Pechiney, administrateur-délégué de cette Compagnie, ayant pensé que, puisqu'il s'agissait de rendre hommage au grand savant qui découvrit les lois de l'électrodynamique, il était bien d'inscrire son nom sur de l'aluminium préparé au moyen des procédés électriques » (*Comptes rendus de la* 35e *Session de l'Association française pour l'Avancement des Sciences*, tenue à Lyon, en 1906, page 369 ; discours prononcé par M. E. Guimet).

## Discours de M. P. BOUCHEROT,

## Président de l'Union des Syndicats d'Ingénieurs.

---

Monsieur le Président de la République,

Messieurs les Ministres,

Mesdames, Messieurs.

J'ai charge de venir exprimer ici la gratitude des ingénieurs français envers Ampère, puisque c'est lui qui, avec Faraday, est le véritable créateur de l'Industrie électrique moderne, dont le développement a eu de si heureuses influences sur toutes les industries et sur le bien-être général des peuples.

Les ingénieurs électriciens, en particulier, ont évidemment contracté une dette de reconnaissance plus directe, et ils l'ont reconnue en se chargeant de l'entretien de la sépulture du grand Physicien.

J'ai pu ainsi, il y a quelques mois, dire longuement sur la tombe restaurée, combien nous avons de raisons pour l'aimer, non seulement pour cette œuvre créatrice de tout premier ordre, mais encore pour l'ensemble de son apport « au grand héritage de puissance et de gloire que les nations se lèguent et que les siècles accroissent », pour la chaude sympathie qui se dégage de son ardente pensée, pour « les purs sentiments d'humanité dont son âme était consumée ».

Je ne me répéterai pas.

La meilleure manière de nous montrer dignes, nous, ingénieurs, d'une gloire nationale aussi pure, est de travailler sans relâche à maintenir notre industrie au niveau et, si possible, au-dessus même de celles des autres pays. Les ingénieurs électriciens français n'ont-ils pas failli à ce devoir?

On est assez porté à croire dans le grand public que, dans le domaine des applications de l'électricité, nous restons souvent en arrière de nos grands amis de l'Ouest transatlantique. Certes, nous n'avons pas les moyens d'action de ce grand peuple de 100 millions d'âmes; mais nous avons toujours bonne contenance. Je n'en veux pour preuve que les trois faits particuliers suivants qui

ont bien leur signification aujourd'hui, alors que nos plaies sont encore saignantes :

Dans quelques mois, nous aurons en France, à Sainte-Assise, le poste de télégraphie sans fil le plus puissant du monde, édifié par une société privée française, ne comportant que du matériel français, étudié, construit par des ingénieurs français.

Dans quelques mois, nous aurons en France, à Gennevilliers, la plus puissante station centrale d'énergie électrique du monde.

Enfin, nous achevons en France, en ce moment, je ne dirai pas les machines électriques les plus puissantes, mais des machines aussi puissantes que les plus puissantes faites aux Etats-Unis. Elles ont, en outre, sur celles-ci quelques avantages techniques : elles sont étudiées et construites par des ingénieurs francais.

Si je cite ces faits, c'est pour vous dire, à vous, Monsieur le Président, qui avez toujours si éloquemment et si sincèrement glorifié le travail, que nous travaillons, que les ingénieurs français travaillent, que leurs patrons travaillent à parfaire ensemble l'œuvre d'Ampère.

Etant personnellement ingénieur-conseil dans les entreprises ou sociétés auxquelles je viens de faire allusion, il m'est difficile de faire ressortir tout le mérite des administrateurs dont les hardiesses nous mettent ainsi provisoirement au premier rang. Ce qui me met à l'aise, cependant, c'est que je parle ici comme président de ces syndicats qui ont pris en main la défense des intérêts professionnels des ingénieurs, et qu'à ce titre je me trouve souvent de l'autre côté de la barricade.

Je me plais donc à déclarer, dans cette circonstance où nous oublions tous les luttes d'intérêts pour communier dans l'unique pensée de notre grand citoyen, que les mérites de nos chefs d'industrie ne sont pas moins grands que ceux de leurs collaborateurs.

Qu'on ne croie pas d'ailleurs que, parce que je cite ces faits particuliers, je tombe, comme tant d'autres, dans ce travers qu' « il faut faire toujours plus grand ! » et que l'industrie et le machinisme doivent se développer indéfiniment, sans contre-partie.

Que sont devenus les 40 000 canaux souterrains qui, au dire d'Hérodote, irriguaient la Perse antique? Que sont devenues Babylone et la Ville aux Sept-Collines dont les catacombes cachaient 3 millions de chrétiens? Et tant d'autres merveilles?

Il y a plus de 100 ans, Ampère pouvait, certes, écrire qu' « on ne doit pas craindre le développement de l'industrie et des inventions de machines successives, de procédés pour abréger le travail etc... ». Mais, je vais peut-être surprendre en disant, moi, ingénieur, qu'il faut maintenant commencer à craindre le développement exagéré du machinisme et de ses conséquences.

Tout d'abord en évoquant les individus d'une Société où le machinisme aurait atteint son paroxysme, on pense involontairement à cette jolie boutade de Joseph

Bertrand sur l'homme moyen : « L'homme type, dit-il, — nous dirions aujourd'hui l'homme standard — l'homme type sera donc sans passion et sans vice, ni fou ni sage, ni ignorant ni savant, souvent assoupi : c'est la moyenne entre la veille et le sommeil : ne répondant ni oui ni non, médiocre en tout. Après avoir mangé pendant 38 ans la ration moyenne d'un soldat bien portant, il mourrait, non de vieillesse, mais d'une maladie moyenne que la statistique révèlerait pour lui ».

Mais il y a plus, et je dis que les peuples qui se livreront avec exagération au machinisme, au taylorisme, à la standardisation — que notre ami Mailloux se rassure : fondateur avec lui de la Commission électrotechnique internationale, je reste parmi ceux dont le concours est pleinement acquis à cette œuvre internationale de standardisation — mais je dis, et c'est pour moi un article de foi, que les peuples qui se livreront inconsidérément au machinisme, sans exalter parallèlement la personnalité de l'individu, seront un jour la proie des minorités tout comme ceux qui croupissent dans l'ignorance.

Je me hâte d'ajouter que je ne crains pas cette éventualité pour notre pays dans lequel le clair bon sens retrouve toujours ses droits et la vie sociale son équilibre.

Mais me voici loin d'Ampère. J'y reviens pour émettre un vœu :

Il y a une partie importante de l'œuvre d'Ampère qui est restée presque totalement dans l'obscurité, c'est celle qui a trait à la psychologie.

Ampère nous dit : « C'est en 1803 que je commençai à m'occuper presque exclusivement de recherches sur les phénomènes, aussi variés qu'intéressants, que l'intelligence humaine offre à l'observateur qui sait se soustraire à l'influence des habitudes ». Et de ces méditations de trente années, il ne resterait, dit-on, qu'une leçon au Collège de France, résumée par le docteur Roulin dans le journal « Le Temps » du 22 juillet 1833? Je rappelle que c'est en quelques mois qu'Ampère a débrouillé tout l'écheveau de l'Electrodynamique, avec une maîtrise qui a fait l'admiration de Maxwell, lui-même, et il n'aurait rien laissé, lui qui confiait si facilement ses pensées au papier, de ses longues méditations sur la psychologie dont l'une au moins, celle qui a trait au phénomène de concrétion, avait vivement intéressé Laplace?

Ceci est inadmissible. Il faudrait chercher.

C'est surtout dans le domaine de la pensée que l'observation, selon la méthode de Descartes, est difficile, et que l'élaboration de lois, au sens physique, est pénible. Or, nous avons cette chance qu'un physicien, parmi les plus pénétrants, s'est occupé pendant des années de ces phénomènes et était arrivé, au dire de son fils, à constituer « un système entièrement nouveau par lequel il était parvenu à se rendre compte de l'origine, de la nature et de la certitude de nos idées ». Laisserons-nous ce trésor perdu dans quelque grenier, s'il n'est pas déjà détruit?

Je pense qu'il serait du plus grand intérêt pour l'édifice de nos connais-

sances, de retrouver les papiers personnels d'Ampère — il y en avait d'autres que ceux qui sont à l'Institut — et d'étudier, approfondir et développer ce système dont parle son fils.

En donnant une suite favorable à ce vœu, nous accomplirions un acte de piété, d'abord, et peut-être un jour en sortirait-il des conséquences inespérées pour cette psychologie qui, selon Sainte-Beuve, est toujours restée, « par rapport aux classes des idées, dans une abstraction et dans un vague qui dépeuple l'âme et en mortifie l'étude ».

Quoi qu'il advienne, d'ailleurs, de ce vœu, Ampère repose définitivement dans le sein de la Gloire et c'est pour lui qu'elle répète ces vers de Sully-Prudhomme :

« Si je t'ai proposé des épreuves si rudes,
Je sais faire des lits dignes des lassitudes!
Va! les sommeils qui te sont dus,
Loin du heurt des marteaux, du grincement des limes,
Berceront ta fatigue en des hamacs sublimes,
D'une étoile à l'autre tendus !..... »

# Discours de M. MAILLOUX,

# Président de la Commission électrotechnique internationale.

---

Monsieur le Président de la République,

Messieurs les Ministres,

Mesdames, Messieurs,

Je commence par remercier le Comité des Fêtes commémoratives du Centenaire d'Ampère de l'honneur insigne qu'il m'a fait de m'inviter à venir prendre part à cette manifestation solennelle en l'honneur du fondateur vénéré de la belle et profonde science de l'électrodynamique. Cette manifestation a pour but de faire, au bout d'un siècle, l'inventaire ou le décompte des progrès, dans la science, dans l'industrie et dans la civilisation, qui ont découlé des recherches et des découvertes incomparables d'Ampère et, en même temps, de lui en témoigner la reconnaissance qui lui est due.

Je savais bien qu'il y a en France beaucoup de personnes plus douées et mieux qualifiées que moi pour faire l'éloge des hauts faits scientifiques d'Ampère et pour proclamer les bienfaits dont la science et la civilisation lui sont devenues redevables, mais je sais gré au Comité de m'avoir ménagé une place dans cette manifestion, car, étant reconnu que le nom et la science d'Ampère appartiennent aujourd'hui au monde entier, tous les pays civilisés peuvent revendiquer l'honneur et doivent se faire un devoir de prendre part à cette cérémonie. En ma qualité de Président de la Commission électrotechnique internationale, j'ai l'honneur de représenter plus de vingt pays qui connaissent ce nom et cette science ; et, à ce titre, je symbolise en quelque sorte l'universalité du respect et de l'honneur dus au grand génie d'Ampère. Les nations qui n'auront pas pu prendre part officiellement à cette manifestation en l'honneur d'Ampère me sauront gré, j'en suis bien sûr, de les avoir représentées aujourd'hui pour saluer et glorifier le génie d'Ampère de leur part. A ce propos, je suis bien content que le

Comité m'ait accordé le privilège de parler *après*, plutôt *qu'avant* les cinq Français qui m'ont précédé, car cela me procure l'occasion de pouvoir vous dire, moi qui ai fait une étude assez étendue de la vie et des travaux d'Ampère, à l'occasion du discours d'éloges que j'eus l'honneur de prononcer à la célébration du même centenaire qui eut lieu en Amérique il y a un an, que toutes les appréciations, tous les tributs de louanges que vous venez d'entendre, au lieu de dépasser la mesure de la vérité, sont bien loin de l'avoir remplie. En effet, les mérites d'Ampère sont si nombreux et si grands que ce serait une tâche bien délicate pour un Français de rendre à Ampère tout ce qui appartient à Ampère, sans donner à croire à l'étranger que le patriotisme de l'orateur l'ait porté à l'éxagération, tandis que, moi, venu de l'étranger, je suis libre de toutes restrictions sous ce rapport.

J'ai accepté l'invitation du Comité avec l'intention de parler au nom de toutes les sciences, de tous les arts et de toutes les industries qui sont tributaires des principes que les recherches d'Ampère et ses talents merveilleux de physicien et de mathématicien ont mis à la disposition de la science pour leur avantage et leur avancement. Cette déclaration, je l'avoue, définit un programme bien ambitieux qui exige, pour être rempli d'une façon complète, des talents beaucoup supérieurs aux miens. C'est pourquoi, je me recommande, dès le début, à votre indulgence et je vous prie de me pardonner d'avance pour les lacunes et les fautes nombreuses que vous aurez sans doute occasion de noter à divers endroits dans mon discours. Les lacunes seront dues à l'embarras du choix et à l'impossibilité de faire mention, dans le cours d'une seule séance, d'une multitude de choses intéressantes et édifiantes, que l'on rencontre dans l'étude d'une carrière tellement remplie de traits saillants et d'incidents notables que celle d'Ampère. Les fautes seront dues à la pauvreté de mes facultés d'appréciation et à mon manque de facilité d'expression. Mon espoir, cependant, est de mériter votre indulgence, en vous laissant voir, au moins, si je ne réussis pas à vous la communiquer, mon admiration entousiaste pour Ampère et ses beaux travaux ; car je vous avoue, dès le commencement, que l'étude de la vie et des œuvres de ce grand homme, et des commentaires suscités par ses recherches et ses écrits chez les grands savants qui l'on suivi jusqu'à nos jours, a fait de moi un admirateur convaincu et zélé. C'est vous dire que mon esprit est bien sympatique et très favorablement disposé sur le sujet de mon discours.

Le lieu où nous sommes réunis pour célébrer Ampère et ses travaux est très approprié à la circonstance. La Sorbonne : ce nom a symbolisé depuis des siècles, dans toute l'Europe, d'abord, et dans le reste du monde, ensuite, la perfection de l'instruction et de l'enseignement supérieurs dans les Belles-Lettres et les Sciences ; c'est un temple où le feu sacré de l'esprit, de la culture et du développement de l'esprit humain n'a jamais cessé de brûler depuis qu'il y fût allumé au Moyen Age. C'est bien dans ce temple qu'il fallait venir pour célébrer et glorifier Ampère qui, avant de devenir célèbre par ses recherches, était déjà,

depuis longtemps, illustre dans l'enseignement supérieur, où il avait atteint le sommet de la distinction, non seulement par l'excellence de ses cours et de ses leçons, mais par ses études profondes et systématiques de la psychologie, de la science et de l'art de l'enseignement. C'est à Ampère que nous devons le mot *pédagogique* qui sert à désigner cette science et cet art, dont il fut le parrain et auxquels il consacra, en grande partie, les dernières années de sa vie. Son nom et sa renommée auraient donc droit d'asile dans ce tabernacle même si Ampère, de son vivant, n'y avait pas été un des éloquents prédicateurs.

J'ai cru devoir endosser, pour cette circonstance, un habit cérémonial (celui de docteur ès sciences) typifiant l'enseignement supérieur de la science, d'une part, par respect pour le temple et pour le professeur distingué que fut Ampère, et, d'autre part, parce que je suis spécialement chargé par des institutions américaines d'enseignement supérieur, de les représenter ici et de vous transmettre officiellement leurs salutations, leurs félicitations et leur désir de prendre part en esprit à cette cérémonie en l'honneur d'Ampère.

Monsieur le Président Berthelot, j'ai le grand honneur et le plaisir de vous remettre un certain nombre d'adresses. Je regrette de n'avoir pas eu le temps d'en réunir une plus ample collection, ce qui eût été bien facile, du reste; mais je crois que celles que je vous apporte ici suffiront pour vous donner une idée du retentissement du nom d'Ampère dans toute l'Amérique.

Monsieur le Président Berthelot, je suis très heureux de vous remettre les originaux de ces documents qui, comme vous le verrez, ont été calligraphiés et quelques-uns même, enluminés.

Au moment même d'arriver à cette cérémonie, j'ai reçu un télégramme de la ville d'Ampère, aux Etats-Unis, qui a tenu à envoyer ses salutations au Comité du Centenaire des Découvertes d'Ampère.

## La vie d'Ampère.

Nous allons, d'abord, repérer rapidement dans leur ordre chronologique, les principales époques de la vie d'Ampère. Né à Poleymieux, près de Lyon, le 22 janvier 1775 et mort à Marseille le 10 juin 1836, Ampère a vécu un peu plus de 61 ans. Il avait 14 ans quand la Révolution française éclata, en 1789; il avait 18 ans quand son père, juge de paix à Lyon, fut mis à mort par la Révolution, en 1793, parce qu'il avait trop le sentiment de la justice, trop de piété pour l'innocence et qu'il avait voulu mettre un frein aux excès des partisans de la Révolution. Il avait 21 ans, en 1796, lorsqu'il fit la connaissance de M^lle^ Julie Carron et 24 ans, en 1799, lorsqu'il l'épousa. A l'âge de 26 ans, en 1801, il devint professeur de Chimie et de Physique à Bourg. Il avait 27 ans, en 1802, quand son mémoire sur la théorie mathématique du jeu fut publié. Il avait 29 ans,

en 1804, quand sa femme mourut. Dans la même année, il devenait professeur de Mathématiques au Lycée de Lyon. Peu de temps après, il entrait à l'Ecole Polytechnique à Paris à la queue du corps d'enseignement des mathématiques; et en 1809, à 34 ans, il y atteignait le plus haut poste, celui de professeur d'Analyse mathématique et de Mécanique. En 1814, à l'âge de 39 ans, il devenait membre de l'Institut. En 1819, à 44 ans, il devenait professeur de Philosophie à la Faculté des Lettres. En 1820, à 45 ans, il faisait sa grande découverte et commençait les recherches qui devaient l'immortaliser. De 1820 à 1828, il publiait une série de mémoires et d'articles et de traités sur ses recherches et théories d'électrodynamique et sur divers autres sujets chimiques, physiques, mécaniques et mathématiques. En 1824, à 49 ans, il devenait professeur de Physique générale et expérimentale au Collège de France.

L'étude détaillée de ces différentes époques de la vie d'Ampère est pleine d'intérêt, ainsi que l'on peut voir par les réflexions et les commentaires d'Arago, de Littré, de Sainte-Beuve et du fils d'Ampère. On voit poindre de bonne heure cette faim de toutes les connaissances, cette soif de boire à toutes les sources intellectuelles, qui avaient fait d'Ampère, encore petit garçon, un lecteur omnivore; on y voit le présage et la préparation de l'homme omniscient, du génie universel, du grand savant, du grand penseur, qu'il était destiné à devenir à son âge mûr.

Ce qui frappe dans la vie d'Ampère, c'est la diversité, la généralité et la profondeur de ses connaissances, de ses aptitudes et de ses talents. On reconnaît en lui un génie capable de tout, parce qu'il est doué de toutes les qualités dont l'esprit humain a besoin pour se frayer un passage à travers la vie et pour arriver au sommet de la distinction par n'importe quelle route que le hasard lui aurait montrée. On admire l'une après l'autre, chez Ampère, ces belles qualités : imagination, fécondité d'idées, perspicacité, application, énergie, ténacité, précision, justesse de jugement, sympathie, tendresse, bonté, simplicité, générosité et probité, en un mot toutes les forces du cerveau le plus instruit, jointes à celles du cœur le plus tendre et le plus affectueux.

Ampère, s'il n'avait pas suivi la route qui l'a conduit à l'immortalité comme physicien, comme philosophe, comme grand maître de l'enseignement supérieur, aurait pu se faire un grand nom comme historien, linguiste, philologue, lexicographe, critique, littérateur ou poète. Tout le monde est d'accord pour reconnaître que la grande œuvre d'Ampère est celle de la science fondée par lui sur ses expériences et ses recherches, science qu'il baptisa du nom d'*électrodynamique*, mais qui, maintenant, porte le plus souvent le nom d'*électromagnétisme*. C'est cette œuvre, immortelle par la permanence et la stabilité des principes utilisés par Ampère, qui a rendu son nom immortel et qui constitue un monument impérissable à sa mémoire.

C'est cette œuvre, constituant un patrimoine mondial légué par Ampère à la science en perpétuité, qui lui a donné une célébrité mondiale. C'est sur ce point

culminant de la carrière d'Ampère, c'est sur ce chef-d'œuvre de sa vie, qu'Arago attirait l'attention de son auditoire, dans son discours d'éloges d'Ampère, en disant :

« On dira un jour les lois d'Ampère, comme on dit les lois de Képler ».

« Les quatre états d'équilibre à l'aide desquels Ampère a débrouillé les phénomènes s'appelleront les lois d'Ampère comme on donne le nom de lois de Képler aux trois grandes conséquences que ce génie supérieur déduisit des phénomènes de Tycho ».

Cette citation nous conduit à des considérations importantes. Le mérite d'avoir formulé des lois d'équilibre électrodynamique, qui sont pour ainsi dire éternelles, serait bien grand, même si le seul hasard avait mis Ampère sur la bonne voie et lui avait montré du doigt ce trésor que la nature avait jusqu'alors tenu caché. L'impression qu'il en fût ainsi existe en France même et elle est encore plus répandue à l'étranger. Pourtant Littré avait déclaré qu'Ampère n'a rien dû au hasard et qu'il n'a trouvé que ce qu'il a cherché. Or, le plus grand mérite d'Ampère, ce qui donne la mesure la plus adéquate et complète de l'étendue et de la portée de ses connaissances et qui démontre le mieux la force de son génie, comme physicien et comme mathématicien, fût précisément d'avoir choisi, sans hésitatton, la bonne voie, et d'être allé au devant des découvertes, non pas simplement par pressentiment, comme le dit Littré, mais tout droit, sans tâtonnement, avec la certitude que la méthode de recherche, d'interprétation et de formulation des résultats qu'il adoptait, ne pouvait pas manquer de lui révéler les relations dynamiques fondamentales que ses connaissances de la physique et de la mécanique lui permettaient de prévoir au premier abord.

Pour revendiquer et pour assurer à la mémoire d'Ampère toute la part de mérite à laquelle il a droit, il y a lieu d'insister sur certains points ;

1° Que l'apprentissage et les travaux en physique et en mathématiques faits par Ampère, durant 30 ans avant le moment psychologique où son génie se révéla avec tant d'éclat, avaient développé ses talents et ses connaissances à un degré de perfection qui l'avaient préparé et qualifié tout spécialement pour l'occasion, et peut-être mieux que nul autre savant de son temps ;

2° Que la logique d'Ampère et les raisons qui déterminèrent son choix de méthode de recherche restent encore inattaquables ;

3° Que la méthode choisie par Ampère, la meilleure qui fût, il y a cent ans, serait encore la meilleure, de nos jours, pour le même cas et pour les mêmes raisons que celles données par Ampère ;

4° Que la prédiction d'Arago s'est bien réalisée et que l'héritage dont la science a bénéficié par l'œuvre d'Ampère, loin de diminuer, a augmenté en valeur dans le cours d'un siècle.

Nous allons passer rapidement en revue ces divers points.

## L'éducation d'Ampère.

Le père d'Ampère fut son premier et seul précepteur. Aucune école n'a contribué à son instruction. Il s'est instruit lui-même. Il avait un goût inné pour la lecture et pour l'étude qui se rencontre bien rarement chez les enfants, et qui, chez ceux qui en sont doués, remplace la discipline et les programmes de l'école, sans mettre de limite à la rapidité d'avancement de l'élève. Nous verrons par l'extrait suivant de la biographie d'Ampère, à quel point la liberté d'action que son père lui laissait était justifiée :

« Aussitôt qu'il sut lire, il se jeta sur les livres avec avidité, dévorant tout ce qui lui tombait sous la main. Son père avait commencé à lui enseigner le latin ; mais, aperçevant en lui une aptitude particulière pour les mathématiques, il ajourna l'étude du latin et laissa l'enfant libre de suivre sa voie, ne s'occupant que de lui fournir les livres nécessaires ; si bien qu'à onze ans le jeune Ampère avait déjà dépassé les mathématiques élémentaires et étudié l'application de l'algèbre à la géométrie. Quand il fallut aller plus loin, les livres manquaient dans la modeste bibliothèque paternelle ; on se rendit à Lyon afin de se les procurer, et l'abbé Daburon, depuis inspecteur général et collègue de son ancien élève, alors bibliothécaire du Collège de Lyon, vit chez lui M. Ampère, conduisant par la main un petit bonhomme de douze ans, qui débuta en lui demandant, d'une voix enfantine, de vouloir bien lui prêter les ouvrages d'Euler et de Bernoulli. M. Daburon se récria, ces livres étant au nombre des plus difficiles que l'intelligence humaine ait produits.

» J'espère néanmoins être en état de les comprendre, répliqua l'enfant. — Vous savez sans doute qu'ils sont écrits en latin, dit le bibliothécaire, et que c'est le calcul différentiel qu'on y emploie. » Ici le jeune Ampère fut arrêté ; il ne savait pas le latin, et il n'avait pas encore étudié le calcul différentiel, mais cet obstacle fut bientôt franchi. Quelques leçons de M. Daburon le mirent sur la voie du calcul différentiel et, aidé par son père, il apprit lestement à expliquer Virgile, afin de pouvoir lire Bernoulli. A dix-huit ans, il étudiait la mécanique analytique de Lagrange, dont il avait, dit M. Sainte-Beuve, refait tous les calculs, et il a répété souvent qu'il savait alors autant de mathématiques qu'il n'en a jamais su ».

Tout en faisant ainsi de lui-même un mathématicien de premier ordre, Ampère n'avait pas négligé de nourrir son esprit et développer son intelligence par d'autre études. Les livres « dévorés » avec avidité par lui, traitaient de l'histoire, des voyages, de la littérature, de la poésie, de la philosophie, des sciences naturelles, en somme, de presque toute la gamme des connaissances de l'époque. Abattu complètement par la mort tragique de son père en 1793, il resta près d'un an dans un état complet d'affaissement intellectuel et de défaillance morale. Son âme meurtrie se remit peu à peu cependant, grâce à la distraction qui lui fût apportée

par des lettres sur la botanique. L'étude de la botanique, après l'avoir passionné assez longtemps pour réveiller son esprit, céda la place à l'étude des poètes classiques. Cette époque de la vie d'Ampère, de 1793 à 1796, fût celle où il complèta son éducation générale au point de vue ornementation et imagination. Il se mit à faire de la poésie, A partir de 1796, il commença sa carrière dans l'enseignement en donnant des leçons privées de chimie, de physique et de langues classiques, à Lyon, En 1891, il devint professeur de Physique et de Chimie à Bourg.

Quatre ans plus tard, en 1805, une place lui est faite à l'Ecole Polytechnique, comme résultat d'un travail mathématique qui démontrait ses talents de mathématicien. Au bout de quatre ans, en 1809, Ampère devenait professeur d'Analyse et de Mécanique. Il était enfin au sommet.

On voit qu'en 1820, au moment où il devait commencer l'œuvre magistrale de sa vie, Ampère avait eu 24 ans d'expérience dans l'enseignement de la physique et des mathématiques et qu'il était, depuis onze ans, à la tête de l'enseignement mathématique dans l'école qui jouissait alors, comme elle jouit encore, du reste, d'une réputation mondiale, comme école de mathématiques supérieures et de mathématique physique. A l'âge mûr de 45 ans, avec l'éducation et l'entraînement extraordinaires en physique et en mathématique que nous venons de noter, peut-il y avoir de doute qu'Ampère était, de tous les physiciens et de tous les mathématiciens de l'époque, le mieux formé, le plus à la hauteur pour la tâche qui lui était réservée? Je crois que nous aurons raison de répondre *non*. Cela dit, nous pouvons ajouter la formule C.Q.F.D.

## La méthode d'Ampère.

La méthode de déduction et de formulation de résultats d'expériences et d'applications de principes, choisie par Ampère, fait, par elle même, le plus grand honneur à son génie; elle a fait époque et a servi de modèle dans la mathématique physique. Cette méthode est basée sur la philosophie de Newton, comme Ampère lui-même l'a avoué franchement, dans son ouvrage sur la « Théorie des phénomènes électrodynamiques ». Cet ouvrage commence, en effet, par un tribut fervent d'hommage à Newton; Ampère dit :

« L'époque que les travaux de Newton ont marquée dans l'histoire des sciences n'est pas seulement celle la plus importante des découvertes que l'homme ait faites sur les causes des grands phénomènes de la nature : c'est aussi l'époque où l'esprit humain s'est ouvert une nouvelle route dans les sciences qui ont pour objet l'étude de ces phénomènes. »

Ampère explique ensuite les avantages, pour ses recherches, de la méthode de Newton. Il le fait d'une manière qui présente un intérêt tout spécial de nos jours; parce qu'il nous dit pourquoi et comment il adopta et suivit jusqu'au bout

la méthode de Newton comme guide. Il nous fait voir clairement pourquoi, dans sa recherche des *lois* des phénomènes électromagnétiques déduites de ses expériences, il ne se laisse jamais distraire et embrouiller par des spéculations ou des hypothèses concernant les *causes* de ces phénomènes. Ampère dit ;

« Jusqu'alors on en avait presque exclusivement cherché les causes dans l'impulsion d'un fluide inconnu qui entraînait les particules matérielles suivant la direction de ses propres particules ; et partout où l'on voyait un mouvement révolutif, on imaginait un tourbillon dans le même sens.

» Newton nous a appris que cette sorte de mouvement doit, comme tous ceux que nous offre la nature, être ramenée, par le calcul, à des forces agissant toujours entre deux particules matérielles suivant la droite qui les joint, de manière que l'action exercée par l'une d'elles sur l'autre soit égale et opposée à celle que cette dernière exerce en même temps sur la première, et qu'il ne puisse par conséquent, lorsqu'on suppose ces deux particules liées invariablement entre elles, résulter aucun mouvement de leur action mutuelle. C'est cette loi, confirmée par toutes les observations, par tous les calculs, qu'il exprima dans le dernier des trois axiomes qu'il plaça au commencement des *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Mais il ne suffisait pas de s'être élevé à cette haute conception, il fallait trouver suivant quelle loi ces forces varient avec la situation respective des particules entre lesquelles elles s'exercent, ou, ce qui revient au même, en exprimer la valeur par une formule.

» Newton fut loin de penser qu'une telle loi pût être inventée en partant de considérations abstraites plus ou moins plausibles.

» Il établit qu'elle devait être déduite des faits observés, ou plutôt, de ces lois empiriques qui, comme celles de Képler, ne sont que les résultats généralisés d'un grand nombre d'observations particulières.

» Observer d'abord les faits, en varier les circonstances autant qu'il est possible, accompagner ce premier travail de mesures précises pour en conclure les lois générales uniquement fondées sur l'expérience, et déduire des lois ainsi obtenues, indépendamment de toute hypothèse sur la nature des forces qui produisent les phénomènes, la valeur mathématique de ces forces, c'est à dire la formule qui les représente, telle est la marche qu'a suivie Newton.

» Elle a été, en général, adoptée par les savants auxquels la physique doit les immenses progrès qu'elle a faits dans ces derniers temps, et c'est elle qui m'a servi de guide dans toutes mes recherches sur les phénomènes électrodynamiques. J'ai consulté uniquement l'expérience pour établir les loi de ces phénomènes, et j'en ai déduit la formule qui peut seule représenter les forces auxquelles ils sont dus ; je n'ai fait aucune recherche sur la cause même qu'on peut assigner à ces forces, bien convaincu que toute recherche de ce genre doit être précédée de la connaissance purement expérimentale des lois, et de la détermination, uniquement déduite de ces lois, de la valeur des forces élémentaires dont la direction est nécessairement celle de la droite menée par des points

matériels entre lesquels elles s'exercent. C'est pour cela que j'ai évité de parler des idées que je pouvais avoir sur la nature de la cause de celles qui émanent des conducteurs voltaïques.....

» Il ne paraît pas que cette marche, la seule qui puisse conduire à des résultats indépendants de toute hypothèse, soit préférée par les physiciens du reste de l'Europe, comme elle l'est par les Français; et le savant illustre qui a vu le premier les pôles d'un aimant transportés par l'action d'un fil conducteur dans des directions perpendiculaires à celles de ce fil, en a conclu que la matière électrique tournait autour de lui, et poussait ces pôles dans le sens de son mouvement, précisément comme Descartes faisait tourner la matière de ses tourbillons dans le sens des révolutions planétaires. Guidé par les principes de la philosophie newtonienne, j'ai ramené le phénomène observé par M. Œrsted, comme on l'a fait à l'égard de tous ceux du même genre que nous offre la nature, à des forces agissant toujours suivant la droite qui joint les deux particules entre lesquelles elles s'exercent; et si j'ai établi que la même disposition ou le même mouvement de l'électricité qui existe dans le fil conducteur a lieu aussi autour des particules des aimants ce n'est certainement pas pour les faire agir par impulsion à la manière d'un tourbillon, mais pour calculer, d'après ma formule, les forces qui en résultent entre ces particules et celles d'un conducteur ou d'un autre aimant, suivant les droites qui joignent deux à deux les particules dont on considère l'action mutuelle, et pour montrer que les résultats du calcul sont complètement vérifiés..... »

J'emprunte au discours d'éloges d'Ampère prononcé par moi-même, il y a un an, au village d'Ampère, en Amérique, les commentaires que je fis alors sur ces citations :

« Ces extraits des explications d'Ampère, à propos du choix des méthodes d'investigation, fait par lui, présentent autant d'intérêt aujourd'hui qu'il y a cent ans parce qu'ils expriment des principes qui ont, depuis lors, été reconnus comme étant fondamentaux dans toutes les branches de la dynamique. Le raisonnement d'Ampère est encore plus applaudi du physicien d'aujourd'hui qu'il ne le fût des contemporains d'Ampère, parce que le temps a fourni des indications qui ne pouvaient être obtenues que plus tard, concernant la logique de ce raisonnement, la validité et la permanence des lois qu'Ampère avait réussi à établir parce qu'il avait choisi la vraie voie et adopté la vraie méthode, en s'inspirant de Newton plutôt que de tout autre philosophe ». La discussion complète, que nous ne pouvons pas reproduire ici, faute de temps et d'espace, révèle un esprit doué d'une acuité, d'une pénétration et d'une perspicacité remarquables. Cette discussion laisse voir qu'Ampère devait avoir fait une étude compréhensive des connaissances scientifiques de son époque; qu'il avait appris parfaitement l'art de peser et d'assortir les idées et qu'il avait un sens des valeurs relatives qui ne perdait jamais de vue les faits basiques et les principes fondamentaux. La méthode d'Ampère fut le résultat non pas d'une divination heureuse, mais de

l'étude sérieuse et des délibérations mûres d'un esprit du premier ordre de son époque. Pour comprendre et apprécier pleinement à quel point son intelligence était préparée pour les travaux qu'il entreprenait, il suffit de noter qu'Ampère avait, avant 1820, atteint un haut degré de distinction comme philosophe et comme maître de l'art de classer les faits intellectuels.

» Dans sa préface de son « Essai sur la philosophie des Sciences », il dit qu'il a professé des cours à la Faculté des Lettres à Paris, de 1819 à 1820, dans lesquels il a développé ses idées sur une classification générale des faits intellectuels. Il était tellement rempli de ce travail, qu'il avait dressé un *tableau psychologique* donnant les principaux résultats de ses études sur cette question et qu'il l'avait fait imprimer pour en distribuer des exemplaires à quelques amis, se réservant de discuter plus tard ces hautes questions dans un traité spécial. Ce fût précisément à ce moment vraiment psychologique dans la vie d'Ampère que son esprit fût distrait et orienté dans une tout autre direction par la découverte d'Œrsted ».

Ampère dit :

« ..... mais alors la découverte que fit Œrsted de l'action qu'exerce sur un aimant un fil métallique où l'on fait passer un courant électrique, m'ayant conduit à celle de l'action mutuelle que deux de ces fils exercent l'un sur l'autre, me força d'abandonner le travail psychologique dont je viens de parler, pour me livrer tout entier aux expériences et aux calculs que j'ai publiés sur cette action mutuelle ».

Nous avons ici une indication précieuse du fait qu'Ampère, depuis longtemps éminent en physique et en mathématique, s'était également fait distinguer en philosophie. On voit aussi à quel degré de plénitude et de perfection son esprit était « outillé » pour le travail qui allait lui tomber dans les mains. Ampère lui-même a donné le nom de *mathématique physique* à cette branche de la physique générale dans laquelle il était un des adeptes les plus érudits de son temps et où ses coups d'essais furent des coups de maître.

C'est à cette merveilleuse combinaison du physicien, du mathématicien et du philosophe qu'Ampère devait la lucidité et la profondeur de ses vues, l'habilité et la netteté de ses démonstrations.

Notons que les déductions des lois électrodynamiques ont toutes été faites par Ampère à l'aide d'équations différentielles exprimant des rapports entre des parties infiniment petites de circuits électriques ou d'aimants. Ampère dit :

« ..... ; je cherchai à exprimer par une formule la valeur de la force attractive ou répulsive de deux de leurs éléments, ou parties infiniment petites, afin de pouvoir en déduire, par les méthodes connues d'intégration, l'action qui a lieu entre deux portions de conducteurs données de forme et de situation. » L'impossibilité de soumettre directement à l'expérience des portions infiniment petites du circuit voltaïque oblige nécessairement à partir d'observations faites sur des fils conducteurs de grandeur finie et il faut satisfaire à ces deux con-

ditions, que les observations soient susceptibles d'une grande précision et qu' elles soient propres à déterminer la valeur de l'action mutuelle de deux portions infiniment petites de ces fils ».

Je traduis de mon précédent discours les commentaires suivants :

» Nous voyons que l'essence de la méthode de Newton consistait à isoler, pour ainsi dire, une partie microscopique d'un élément infiniment petit du champ ou du siège d'action du phénomène d'attraction ou de répulsion électrodynamique, et d'y concentrer son attention, dans le but de pouvoir, à l'aide de l'analyse mathématique, spécifier et sommer les caractéristiques fondamentales et généralisées du phénomène en ce point. Ainsi que nous l'avons vu, Ampère décida de suivre les principes de la philosophie de Newton et de referer le phénomène d'Œrsted à des forces agissant suivant la droite qui joint les particules soumises à ces forces.

» En prenant ainsi Newton comme guide, Ampère se rendait compte parfaitement que, de même que, d'une part, l'équation différentielle exprimant la force de l'attraction due à la gravitation entre deux masses discrètes ou entre deux particules infinitésimales, peut, par un procédé de sommation ou d'intégration, s'appliquer à des groupes, des séries ou des assemblages de telles masses, de formes ou de grandeurs quelconques, non seulement dans le système solaire mais dans tout l'univers, d'autre part, d'une manière semblable, l'équation différentielle exprimant la force d'attraction ou de répulsion dans le cas d'un système électrodynamique élémentaire ou infiniment petit, était susceptible d'être appliquée, par un procédé semblable de sommation ou d'intégration, à des groupes, des séries ou des assemblages de tels systèmes élémentaires représentant des actions ou des réactions électrodynamiques d'un caractère quelconque, soit simples, soit compliquées, de n'importe quel ordre de grandeur dans l'univers. La méthode d'Ampère était donc précisément celle qui donnait le plus de généralité et la plus grande applicabilité aux déductions obtenues par lui et nous devons applaudir la méthode en admirant l'excellence du travail qu'elle a produit.

» Les travaux superbes d'Ampère, ainsi que nous le verrons par la suite, ont créé de nouvaux précédents dans les méthodes de recherches.

» Il n'y a pas de doute qu'ils ont exercé une grande influence sur ceux qui sont venus après lui. Ainsi, il est très intéressant de noter que l'admiration et le respect de Maxwell pour les travaux de Faraday, dont il fut manifestement l'apôtre, ne l'ont pas empêché de ressentir et d'exprimer la plus grande admiration et le plus grand respect pour les idées, les déductions et les méthodes d'Ampère.

» L'étude des travaux d'Ampère démontre qu'il combinait à un degré remarquable l'aptitude de Faraday, pour l'expérimentation scientifique et la recherche en physique, avec les talents de Maxwell pour l'analyse mathéma-

tique. Ses connaissances mathématiques lui ont permis de découvrir des relations, des corrollaires, des conséquences, que l'expérience toute seule n'eut pu mettre à découvert que par un procédé long et fatigant; il développa une théorie mathématique qui expliquait tous les phénomènes magnétiques et électromagnétiques observés avant lui et qui, en outre, prédisait de nouveaux phénomènes et pouvait définir leurs caractéristiques ».

Ici, je m'arrête un instant pour applaudir aux paroles prononcées tout à l'heure par M. Appell, l'éminent recteur de l'Université de Paris. Ayant lu, avec beaucoup d'attention, les travaux et mémoires d'Ampère, j'ai pu apprécier, à sa juste valeur, la remarque de M. Appell à propos des talents d'Ampère, et surtout du fait qu'il était mathématicien et qu'il s'est servi des mathématiques comme instrument de mathématique physique.

Je voudrais aussi répondre, d'un mot, à mon cher collègue M. Boucherot qui, tout à l'heure, exprimait le regret d'être obligé de dire que les puissances des machines électriques construites ici n'étaient peut-être pas aussi grandes que celles qu'on fait ailleurs. Je me suis dit en l'entendant : « Ah! console-toi, mon cher ami, parce que, lorsqu'il s'agit de la puissance intellectuelle, les Français sont les plus grands au monde! »

Après lui avoir dit ces mots, qui, je l'espère, lui feront plaisir, je me permettrai de le gronder d'avoir fait usage d'un mot que nous voudrions voir disparaître à jamais, même de la langue anglaise, le mot « standardisation ». Comme représentant de la Commission électrotechnique internationale, qui est un organe préconisateur, de la standa... pardon, de la « normalisation », je tiens tout particulièrement à insister : je regrette qu'un Ministère, ici, se soit permis d'introduire dans le nom d'une commission le mot « standardisation ». J'espère qu'on y renoncera, et qu'on mettra un bon mot français à la place de ce mot illégitime, même en anglais.

Un des grands mérites d'Ampère est d'avoir, comme Fourier, son compatriote et contemporain, imaginé une méthode d'investigation des phénomènes physiques qui s'accorde avec des faits et des théories qui n'étaient pas connus, dont, en vérité, personne n'avait le moindre soupçon à son époque. Ceci lui donne droit, comme à Fourier, à un rang très élevé dans la vieille garde de la mathématique physique.

Il pouvait voir clairement ce qui est permanent et ce qui est éphémère dans les recherches en physique. A cause de son désir de donner à ses travaux un caractère et une valeur permanentes, il ne se permit jamais, comme il le dit lui-même, de perdre de vue les expériences et les faits physiques qui servaient de base à ses déductions, même aux prix de devoir, ainsi, renoncer, volontairement, à des recherches et à des spéculations très intéressantes concernant les forces dont il a étudié et formulé l'action.

Les explications d'Ampère, déjà citées, indiquant qu'il s'en était référé aux expériences seulement pour établir les lois des phénomènes électromagnétiques,

et qu'il avait ainsi déduit la formule qui, seule, peut représenter les forces, quelle que soit la cause de ces forces, constituaient une déclaration de grande importance pour la physique. Son importance, toutefois, se trouvait beaucoup accentuée en étant supplémentée par cette autre déclaration d'Ampère que les lois déduites de cette manière sont, en même temps, *indépendantes des hypothèses utilisées pour leur déduction,* et qu'elles restent indépendantes même des hypothèses qui peuvent leur être appliquées n'importe quand, par la suite. Nous avons ici, comme un incident des recherches d'Ampère, un sous-produit de sa philosophie qui, à lui seul, constitue un titre de gloire pour le nom d'Ampère, parce qu'il définit une des doctrines de l'évangile de la physique mathématique.

Cette révélation vaut la peine d'être citée. Ampère dit :

« Le principal avantage des formules qui sont ainsi connues immédiatement de quelques faits généraux donnés par un nombre suffisant d'observations pour que la certitude n'en puisse être contestée, est de rester indépendantes, tant des hypothèses dont leurs auteurs ont pu s'aider dans la recherche de ces formules, que de celles qui peuvent leur être substituées dans la suite. L'expression de l'attraction universelle déduite des lois de Képler ne dépend point des hypothèses que quelques auteurs ont essayé de faire sur une cause mécanique qu'ils voulaient lui assigner. La théorie de la chaleur repose réellement sur des faits généraux donnés immédiatement par l'observation; et l'équation déduite de ces faits, se trouvant confirmée par l'accord des résultats qu'on en tire et de ceux que donne l'expérience, doit être également reçue comme les vraies lois de la propagation de la chaleur, et par ceux qui l'attribuent à un rayonnement de molécules calorifiques, et par ceux qui recourent, pour expliquer le même phénomène, aux vibrations d'un fluide répandu dans l'espace; seulement, il faut que les premiers montrent comment l'équation dont il s'agit résulte de leur manière de voir et que les seconds la déduisent des formules générales des mouvements vibratoires; non pour rien ajouter à la certitude de cette équation, mais pour que leurs hypothèses respectives puissent subsister. Le physicien qui n'a point pris de parti à cet égard admet cette équation comme la représentation exacte des faits, sans s'inquiéter de la manière dont elle peut résulter de l'une ou de l'autre des explications dont nous parlons; et si de nouveaux phénomènes et de nouveaux calculs viennent à démontrer que les effets de la chaleur ne peuvent réellement être expliqués que dans le système des vibrations, le grand physicien qui a, le premier, donné cette équation et qui a créé, pour l'appliquer à l'objet de ses recherches, de nouveaux moyens d'intégration, n'en serait pas moins l'auteur de la théorie mathématique de la chaleur, comme Newton est celui de la théorie des mouvements planétaires, quoique cette dernière ne fut pas aussi complètement démontrée par ses travaux qu'elle l'a été depuis par ceux de ses successeurs.

» Il en est de même de la formule par laquelle j'ai représenté l'action électrodynamique. Quelle que soit la cause physique à laquelle on veuille rapporter

les phénomènes produits par cette action, la formule que j'ai obtenue restera toujours l'expression des faits. Si l'on parvient à la déduire d'une des considérations par lesquelles on a expliqué tant d'autres phénomènes, telles que les attractions en raison inverse du carré de la distance, celles qui deviennent insensibles à toute distance appréciable des particules entre lesquelles elles s'exercent, les vibrations d'un fluide répandu dans l'espace, etc..., on fera un pas de plus dans cette partie de la physique; mais cette recherche, dont je ne me suis point encore occupé, quoique j'en reconnaisse toute l'importance, ne changera rien aux résultats de mon travail, puisque, pour s'accorder avec les faits, il faudra toujours que l'hypothèse adoptée s'accorde avec la formule qui les représente si complètement ».

L'opinion d'Ampère, que la mutabilité des hypothèses concernant la nature des actions dynamiques et des forces qui en sont la cause n'a et ne peut avoir aucun effet sur la validité des lois déduites pour exprimer l'action de ces forces de la manière indiquée par lui, est confirmée par un des grands maîtres de la physique mathématique et de la philosophie, Henri Poincaré, le censeur de l'hypothèse. Dans la « Science et l'Hypothèse », à propos des différences entre la théorie de la lumière de Fresnel et celle de Maxwell, on trouve des commentaires qu'il serait facile, *mutatis mutandis*, d'appliquer aux recherches d'Ampère. Poincaré dit :

« Nulle théorie ne semblait plus solide que celle de Fresnel qui attribuait la lumière aux mouvements de l'éther. Cependant, on lui préfère maintenant celle de Maxwell. Cela veut-il dire que l'œuvre de Fresnel a été vaine? Non, car *le but de Fresnel n'était pas de savoir s'il y a réellement un éther, s'il est ou non formé d'atomes, si ces atomes se meuvent réellement dans tel ou tel sens; c'était de prévoir les phénomènes optiques.*

» Or, cela, la théorie de Fresnel le permet toujours aujourd'hui aussi bien qu'avant Maxwell. Les équations différentielles sont toujours vraies; on peut toujours les intégrer par les mêmes procédés et les résultats de cette intégration conservent toujours toute leur valeur ».

Et qu'on ne dise pas que nous réduisons ainsi les théories physiques au rôle de simple recettes pratiques; ces équations expriment des rapports et, si les équations restent vraies, c'est que ces rapports conservent leur réalité. Poincaré a donné, dans le même ouvrage, une preuve directe de la vérité de la doctrine que les lois d'Ampère sont indépendantes des hypothèses. Il dit :

« Ampère a institué son immortel ouvrage « Théorie des phénomènes électrodynamiques, *uniquement* fondée sur l'expérience ». Il s'imaginait donc qu'il n'avait fait aucune hypothèse; il en avait fait pourtant, nous ne tarderons pas à le voir; seulement, il les avait faites sans s'en apercevoir.

» Ceux qui vinrent après lui les aperçurent, au contraire, parce que leur attention fut attirée par les points faibles de la solution d'Ampère. Il firent des hypothèses nouvelles auxquelles ils eurent, cette fois, pleine confiance; mais combien

de fois il fallut en changer avant d'arriver au système classique d'aujourd'hui qui n'est peut être pas encore définitif; c'est ce que nous allons voir ».

Or, Poincaré critique la *théorie* d'Ampère, d'une façon, du reste, qui n'est pas antipathique; mais il admet, comme tout le monde, la validité des lois d'Ampère. A propos de l'action d'un courant fermé sur une portion de courant, Poincaré parle d'une autre hypothèse qui, dit-il, peut sembler assez naturelle et qu'Ampère a *faite sans s'en apercevoir*; il ajoute :

« .....; néanmoins *elle ne s'impose pas*; puisque nous verrons plus tard que Helmholtz l'a rejetée. Quoi qu'il en soit, elle permit à Ampère, bien qu'il n'ait pu jamais réaliser un courant ouvert, d'énoncer les lois de l'action d'un courant fermé sur un courant ouvert, ou même sur un élément de courant.

» Les lois restent simples : ..... »

Et encore plus loin, à propos de l'action mutuelle de deux courants ouverts, nous lisons :

« Ce qui est remarquable, c'est qu'ici encore Ampère fait ces deux hypothèse sans s'en apercevoir.

» Quoi qu'il en soit, ces deux hypothèses, jointes aux expériences sur les courants fermés, suffisent pour déterminer complètement la loi de l'action mutuelle de deux éléments ».

La plus grande autorité philosophique de notre époque sur la valeur et le rôle des hypothèses ayant ainsi démontré que même les hypothèses faites sans le savoir n'ont pas fait de mal aux lois d'Ampère, nous pouvons rester tranquilles. En effet, puisque la doctrine d'Ampère restait vraie malgré les erreurs de son auteur, c'est bien le cas de dire qu'elle est plus solide qu'il ne l'avait lui-même supposé. Après cela, on peut bien se dispenser d'aller plus loin pour démontrer la vérité des deuxième et troisième points sur lesquels nous avons cru devoir insister. Le quatrième point se trouve démontré par les témoignages sans nombre que les physiciens ont exprimés à toutes les époques depuis Maxwell jusqu'à nos jours. Il y en a assez long pour remplir un beau volume, lequel constituerait, par lui-même, un excellent tribut d'hommage au génie d'Ampère.

Dans ce qui précède, mon objectif principal a été de mettre en relief cette partie de la science, de la philosophie, du génie et des travaux d'Ampère, pour laquelle le monde de la science, surtout celui de la science électrique, lui a décerné le grand prix de l'immortalité. J'aurais bien désiré, en poursuivant la route que je m'étais tracée, vous parler, à propos des recherches d'Ampère, comme je l'ai fait dans le discours que j'ai prononcé en Amérique, il y a un an, des circonstances et des détails qui nous font admirer son génie tout le temps que nous restons en sa présence, à cause de la diversité et de la beauté de ses talents. On admire la pureté et la richesse de sa diction qui ne sent pas du tout le pédantisme parce que son style est si simple, si naturel, et laisse si bien voir qu'il ne parle pas simplement pour faire de belles phrases, mais pour transmettre des idées de la manière la plus directe et précise possible.

On admire ses talents merveilleux en linguistique, en étymologie, en lexicographie, qui lui permettent de fabriquer, sur place et pour l'occasion, le mot technique qu'il lui faut pour rendre exactement une idée, lorsque le dictionnaire ne le contient pas déjà. C'est ainsi qu'il a enrichi la terminologie technique de mots comme *solénoïde, galvanomètre, astatique*, etc... qui sont autant de sous-produits de son génie fertile.

En admirant l'œuvre du génie, il ne faut pas oublier la beauté et l'excellence de la méthode de mesure des actions électrodynamiques, employée par Ampère, qui, en elle-même est un vrai tour de force. Pour en apprécier toute la valeur et tout le mérite, il faut se rappeler que les expériences d'Ampère durent être faites avec des appareils imaginés et improvisés avec une rapidité étonnante. Ampère n'avait aucun appareil de mesure électrique, pour la bonne raison que ses appareils ne pouvaient pas être combinés sans l'aide des principes mêmes que ses expériences et ses déductions devaient mettre à la disposition de la science électrique. Du reste, toute la science des mesures électriques a été un produit des découvertes d'Ampère et des principes formulés par lui. L'électrodynamomètre de Weber et les balances de Kelvin sont manifestement des variantes des circuits suspendus d'Ampère. Ampère lui-même *inventa*, pour ses expériences, une méthode de mesure de la plus grande précision qui a fait époque et qui est maintenant employée partout. Voyons ce qu'en dit Maxwell.

« Les expériences fondamentales d'Ampère sont toutes des exemples de ce que l'on a appelé la méthode nulle de comparaison des forces. Au lieu de mesurer la force par un effet dynamique, en communiquant son mouvement à un corps, ou par la méthode statique, en la mettant en équilibre avec le poids d'un corps, ou avec l'élasticité d'une fibre, on s'arrange, dans la méthode nulle, pour que les deux forces dues à la même source agissent simultanément sur un corps déjà en équilibre, et aucun effet n'est produit, ce qui indique que les forces elles-mêmes sont en équilibre. Cette méthode a une valeur exceptionnelle pour la comparaison des effets d'un courant électrique passant à travers des circuits de formes différentes. En reliant tous les conducteurs en une série continue, nous sommes sûrs que l'intensité du courant est la même dans toutes les parties du circuit et, puisque le courant s'établit presque au même instant dans tout le circuit, on peut démontrer que les forces dues à l'action de ce courant sur un corps suspendu sont en équilibre, en notant que ce corps n'est pas du tout dérangé par la fermeture ou l'ouverture du circuit ».

Cette méthode était bien, en effet, idéale pour les recherches d'Ampère, car il lui fallait des indications non seulement *qualitatives*, mais en même temps *quantitatives*, et de grande précision, au sujet des actions électrodynamiques observées par lui, et c'était la seule méthode capable de les lui fournir, à cette époque. Les applications qui ont été faites du principe de cette méthode, par la suite, sont nombreuses ; on les trouve dans tous les laboratoires de mesures élec-

triques ; et peu de ceux qui en font usage savent que le mérite de la découverte du principe de la méthode revient à Ampère.

## La Théorie du Magnétisme et de l'Electromagnétisme d'Ampère.

A coté du chef-d'œuvre de recherches expérimentales et d'analyse mathématique représenté dans la genèse des lois d'Ampère, il est une autre création de son génie qui, après avoir traversé des périodes critiques et subi des épreuves sévères, semble enfin avoir été acceptée par le monde de la physique mathématique. Il s'agit de sa théorie du magnétisme et de l'électromagnétisme. Cette théorie présente un exemple intéressant de fluctuations de valeurs, à diverses époques, dans le cours d'un siècle. Condamnée à mort à plusieurs reprises par des juges de haute éminence dans la science et la philosophie, elle est arrivée, de nos jours, à occuper la toute première place dans le monde de la physique mathématique.

Faute de temps, il ne m'est possible de donner ici qu'une ébauche des circonstances qui ont, dans la seconde partie du siècle écoulé depuis Ampère, ramené le monde de la physique mathématique à reconnaitre les mérites, non seulement de cette théorie, mais aussi de la méthode scientifique même par laquelle il a établi cette théorie féconde.

On sait que la théorie d'Ampère basée sur l'hypothèse de courants circulant dans des circuits moléculaires fermés, ramenait le magnétisme et l'électromagnétisme à des cas particuliers de phénomènes électrodynamiques.

Cette théorie avait deux particularités caractéristiques :
Elle était *moléculaire* et elle était *cinétique*. Ampère parle souvent de molécules magnétiques et de courants électriques circulant dans des *molécules*, courants hypothétiques auxquels on a donné le nom de *courants ampériens*. Ampère ne fait pas usage du mot *cinétique*, qui n'était pas encore connu, et qu'il aurait bien pu inventer lui-même, mais sa conception des courants ampériens, qui est la base fondamentale de sa théorie du magnétisme, indique bien qu'il considérait le phénomène comme étant tout à fait de caractère cinétique. L'expression « électrodynamique » employée par Ampère fut remplacée par l'expression « électrocinétique », après que les idées des physiciens furent devenues plus claires, à la suite des travaux de Maxwell et d'autres mathématiciens physiciens éminents de cette époque. Maxwell ne laissa plus de doute sur le caractère cinétique de la théorie du magnétisme d'Ampère quand il déclara, dans son ouvrge célèbre, qu'il se trouvait obligé d'avouer que l'idée que le magnétisme est une manifestation de l'énergie *potentielle* n'est pas tenable et qu'il faut l'abandonner en faveur de la théorie *cinétique* ; après quoi il préconisa franchement la théorie

d'Ampère « parce que c'était la seule théorie *cinétique* du magnétisme qui lui était connue. » Cette déclaration a une importance historique et scientifique du plus haut intérêt, en cette circonstance, comme appréciation d'un des plus distingués successeurs d'Ampère dans la physique mathématique de l'électricité et du magnétisme. Elle vaut la peine d'être citée : (Maxwell, t. II, page 225, paragraphe 638).

« Dans nos investigations des phénomènes magnétiques, dans la troisième partie de ce traité, nous n'avons fait aucun effort pour expliquer l'action magnétique à distance, ayant considéré cette action comme un fait fondamental de l'expérience. Nous avons donc présumé que l'énergie d'un système magnétique est de l'énergie potentielle et que cette énergie est *diminuée* lorsque les parties du système cèdent aux forces magnétiques qui agissent sur elles.

» Si, cependant, nous considérons les propriétés des aimants comme étant dues à des courants électriques circulant dans leurs molécules, l'énergie des aimants est cinétique, et la force agissant entre eux est telle qu'elle tend à les pousser dans une direction qui occasionne une *augmentation* d'énergie, lorsque les intensités des courants restent constantes.

» Cette manière d'expliquer le magnétisme nous force aussi à abandonner la méthode suivie dans la troisième partie de cet ouvrage, d'après laquelle nous considérons l'aimant comme étant un corps continu et homogène, dont la partie la plus petite possède des propriétés magnétiques de la même sorte que tout l'aimant.

» Nous devons, maintenant, considérer un aimant comme contenant un nombre fini, quoique très grand, de circuits électriques, de sorte qu'il a une structure moléculaire au lieu d'une structure continue.

» Si nous supposons que notre mécanisme mathématique est tellement grossier que notre ligne d'intégration ne peut pas enfiler un circuit moléculaire, et qu'un nombre immense de molécules magnétiques est contenu dans notre élément de volume, nous arriverons encore à des résultats semblables à ceux donnés dans la troisième partie de cet ouvrage; mais si nous supposons que notre mécanisme est beaucoup plus délicat et qu'il est capable de prendre note de tout ce qui se passe à l'intérieur des molécules, nous devons alors abandonner la vieille théorie du magnétisme et adopter celle d'Ampère, qui n'admet pas d'aimants autres que ceux qui consistent en courants électriques.

» Nous devons considérer non seulement l'énergie magnétique, mais l'énergie électromagnétique comme étant cinétique, et il faut, en conséquence, lui attribuer le signe convenable, suivant l'article 635.

» Dans ce qui suit, — bien que nous fassions, de temps en temps, des efforts pour retenir la vieille théorie du magnétisme comme, par exemple, dans l'article 639, etc. — nous trouverons que nous obtiendrons un système parfaitement consistant seulement lorsque nous abandonnons cette théorie et que nous adoptons la théorie des courants moléculaires d'Ampère, suivant l'article 644 ».

Depuis Maxwell, d'autres théories, notamment celles de Weber et d'Ewing, ont occupé l'attention des physiciens et ont cherché à prendre la place de la théorie d'Ampère, mais sans beaucoup de succès. Un éminent physicien anglais, Shelford Bidwell, dans l'article sur le *magnétisme*, rédigé par lui pour la onzième édition de l' « Encyclopedia Britanica » (1910 et 1911) dit : (*Encyclopedia Britanica*, t. XVII, p. 350) :

« Le fait étant établi que le magnétisme est essentiellement un phénomène moléculaire, il s'agit alors de savoir quelle est la constitution d'une molécule magnétique et pourquoi certaines molécules sont ferromagnétiques, d'autres paramagnétiques, et encore d'autres diamagnétiques. La mieux connue des explications proposées est basée sur l'action magnétique d'un courant électrique. On peut démontrer que si un courant $i$ circule dans un petit circuit plan ayant une surface $S$, l'action magnétique du circuit pour les points distants est équivalente à celle d'un aimant court dont l'axe est perpendiculaire au plan du circuit et dont le moment est $iS$, la direction d'aimantation étant, par rapport au courant circulant dans le circuit, la même que celle de l'enfoncement d'une vis par rapport à sa rotation à droite. Le ferromagnétisme a été expliqué par Ampère par l'hypothèse que la magnétisation de la molécule est due à un courant qui circule constamment dans la molécule. La théorie qui est maintenant la plus en faveur n'est qu'un développement de l'hypothèse d'Ampère et elle s'applique non seulement au ferromagnétisme mais au paramagnétisme également ».

Ampère n'avait pas négligé de déclarer que sa théorie du magnétisme est tout à fait indépendante des causes de ses courants hypothétiques. Il dit :

« Nous n'examinerons pas ici les causes que l'on peut supposer naturellement devoir produire dans le globe et dans les aimants les courants auxquels nous venons d'être conduits; quelles qu'elles soient, les considérations qui nous ont fait admettre l'existence de ces courants prouvent qu'ils agissent précisément comme ceux des fils conducteurs, dont nous avons déjà reconnu, par l'expérience, la manière d'agir les uns sur les autres; nous allons montrer maintenant comment on en peut déduire l'explication de tous les faits précédemment connus et de ceux que les mêmes considérations ont conduit à découvrir ».

Si l'on cherche, maintenant, à s'expliquer les refus, plus ou moins obstinés, de la part des contemporains et successeurs d'Ampère, à accepter sa théorie du magnétisme, on n'y voit plus guère autre chose que du scepticisme scientifique. On doutait de la réalité des courants ampériens. Leur existence comme phénomènes physiques réels ne semblait pas plausible; elle semblait, au contraire, plutôt improbable, et l'absence de démonstration ou d'évidence de caractère expérimental, sur ce point, tendait plutôt à augmenter qu'à diminuer les doutes et l'incrédulité. Un seul savant contemporain, Fourier, fut sympathique pour l'hypothèse des courants ampériens; ses travaux immortels sur la théorie de la chaleur lui avaient, du reste, fait approfondir la théorie des actions cinétiques

dans les molécules. Mais, plus tard, à l'époque de Maxwell, beaucoup de progrès avaient été réalisés dans le développement de l'emploi scientifique de l'imagination, et l'on comprenait beaucoup mieux le rôle et la portée des hypothèses et des théories. Maxwell lui-même avait donné un exemple frappant de ce progrès dans la voie imaginative en créant tout un monde de « démons » sous-atomiques et moléculaires, dont l'existence physique était encore bien plus difficile à démontrer que l'existence des courants ampériens; en effet, ces derniers étaient des créatures de caractéristiques et d'attributions très simples en comparaison avec les démons de Maxwell, dont les capacités n'étaient rien de moins que magiques, sous les rapports de l'étendue et du degré. Depuis l'époque de Maxwell, la science a appris à employer l'imagination d'une façon qui eût ébloui une personne ayant même sa grande puissance d'imagination. La théorie des électrons, avec ses systèmes planétaires sous-atomiques, ses masses cinétiques qui ne sont pas du tout, ou du moins qui ne sont, tout au plus, qu'en partie, des masses *matérielles* dans le sens que l'entend et le comprend la mécanique, a porté notre imagination, et même notre crédulité, à s'emballer à tel point, disons-le franchement, que le physicien qui refusait, au XIX^e^ siècle, de gober une portion de la taille d'une mouche, intellectuellement parlant, n'hésite plus à avaler un chameau et même un gros, et sans crainte d'indigestion, au XX^e^ siècle.

La belle conception d'Ampère a fini par percer, par triompher, et, au bout d'un siècle, elle se trouve encore à la mode. Ce n'était pas la faute d'Ampère ou de sa théorie : c'est tout simplement qu'ils étaient, tous les deux, en avance sur leur époque.

De nos jours, personne n'a plus de doute sur la validité de la théorie d'Ampère; en effet, on peut dire que tout le monde trouve maintenant naturel de considérer le magnétisme comme étant un phénomène en même temps moléculaire et cinétique. Certains physiciens d'aujourd'hui parlent bien d'électrons en mouvement au lieu des courants moléculaires d'Ampère; mais ils n'ont rien fait de plus que de mettre un costume du XX^e^ siècle à l'idée du XIX^e^ siècle. Cette idée est restée, en substance et au fond, la même; et cette substance, ce fond, c'est à Ampère que nous le devons, et à personne d'autre.

N'oublions pas cela, et ne permettons pas qu'on l'oublie. Insistons pour que l'on rende toujours à ce propos, à Ampère, la gloire qui lui appartient.

Ce qu'Ampère appelait *courant électrique,* le physicien d'aujourd'hui l'appelle un *mouvement d'électrons.* Le commentaire de Poincaré sur la théorie de Fresnel s'applique à ce cas comme s'il eût été rédigé exprès. Il dit :

« Mais ces appellations ne sont que les images substituées aux objets réels que la nature nous cachera éternellement. Les rapports véritables entre ces objets réels sont la seule réalité que nous puissions atteindre, et la seule condition c'est qu'il y ait les mêmes rapports entre ces objets qu'entre les images que nous sommes forcés de mettre à leur place. Si ces rapports nous sont connus,

qu'importe si nous jugeons commode de remplacer une image par une autre ».

J'emprunte encore ces mots, en les modifiant légèrement pour dire que :

« ..... la vérité..... restera la même sous tous les costumes dont nous pourrons juger utile de l'affubler ».

Dans cent ans, celui qui prononcera le discours d'éloges d'Ampère constatera, j'en suis convaincu, que les électrons, aujourd'hui à la mode, auront vécu ; mais la théorie d'Ampère sera encore en vie.

Je n'ai pu faire qu'une ébauche imparfaite des travaux d'Ampère, et qu'un inventaire incomplet des titres à la gloire et à l'immortalité que ces travaux lui ont acquis. Il me resterait encore la tâche la plus difficile, celle d'établir le décompte de la dette énorme de reconnaissance, que la science, l'industrie, la civilisation entière, en un mot, lui doivent pour les bénéfices qu'elles retirent des applications innombrables de l'électricité qui sont basées directement ou indirectement sur les connaissances qu'Ampère a laissées au monde.

Tournons nos yeux vers ce champ immense d'activité intensive moderne, de science et d'industrie, de manufacture et de commerce appelé le champ de la science et de l'industrie électriques. Nous serons éblouis des applications innombrables de l'électricité. Il y en a pour toutes les sciences, tous les arts, toutes les industries, en un mot pour tous les besoins, pour tous les services de la civilisation moderne. Si nous pouvions les étudier en détail nous constaterions que dans toutes, sans une seule exception, des actions ou des réactions électrodynamiques, des phénomènes électromagnétiques se produisent suivant les principes et les théories d'Ampère. C'est Ampère qui a fourni la clé miraculeuse qui a ouvert la porte à toutes ces merveilles, et ce qui émerveille le plus, c'est que cette clé fût forgée par lui en huit jours, — du 11 au 18 septembre 1820. — Le centenaire de cette semaine, mémorable dans les annales de la science, fut célébré par la Société des Ingénieurs électriciens à Philadelphie au mois de septembre 1920. En Amérique, une société de manufacture de matériel électrique a donné le nom « Ampère » à la petite ville dans l'Etat de New Jersey, où ses usines ont été établies.

Une tablette commémorative en bronze, installée en octobre 1908 par la Crocker-Wheeler Company à Ampère, New Jersey, et inaugurée le 4 décembre 1908 à la station du chemin de fer, par l'ambassadeur de France, contient l'inscription suivante : « En l'honneur d'André-Marie Ampère, qui fonda la science de l'électrodynamique, et dont le nom est employé dans tout le monde pour désigner l'unité de courant électrique ».

C'est dans une des salles des usines de cette même société qu'eût lieu, le 4 décembre 1920, la cérémonie de célébration du Centenaire des Découvertes d'Ampère déjà mentionnée et l'inauguration d'une seconde tablette en bronze, commémorant le centenaire, eut lieu à la station du chemin de fer.

Je suis spécialement chargé par M. le Dr Wheeler, président et un des fon-

dateurs de la Compagnie, de transmettre, de sa part et de la part du Conseil d'Administration, leurs félicitations bien cordiales au Comité d'Ampère et l'expression de leur haute appréciation des travaux et du génie d'Ampère. M. le Dr Crocker, l'autre fondateur de la Compagnie, mort l'été dernier, qui fut cependant plus de 20 ans professeur d'électrotechnique à l'Université de Columbia, était un admirateur fervent d'Ampère. Il a laissé un tribut sympathique et appréciatif d'hommage à Ampère dans un article publié dans « The Electrical World » du 19 juin 1920.

« Le fait qu'Ampère put, dans l'espace d'une semaine, développer les principes fondamentaux et la théorie de l'électromagnétisme et les résumer dans un mémoire pour les présenter à l'Académie des Sciences, est un des exploits les plus brillants dans l'histoire de la science. Les plus grandes difficultés du sujet, le peu de temps qu'il se permit, et la perfection remarquable de son premier mémoire même, font de ce travail, un tour de force de l'esprit humain qui est vraiment extraordinaire. Non seulement il formula la théorie de l'électromagnétisme — c'est à dire l'action produite sur un aimant par un fil parcouru par un courant — mais il a aussi découvert expérimentalement et approfondi théoriquement et complètement le phénomène de l'électrodynamique — c'est-à-dire l'action d'un fil parcouru par un courant sur un autre fil. Il a aussi démontré et formulé les lois de l'action d'un solénoïde ou d'une bobine sur un autre solénoïde ou une autre bobine, après avoir démontré que chacun des solénoïdes agissait comme s'il avait un pôle nord et un pôle sud; et ces pôles s'attiraient ou se repoussaient exactement comme le font les pôles des aimants. »

A chaque pas on trouve, de tous côtés, des applications de l'électricité qui dépendent des lois et des principes d'Ampère. Je suis persuadé que vous conviendrez, sans qu'il me soit nécessaire d'avoir recours à la statistique, que les principes fondamentaux donnés au monde par Ampère sont la base sur laquelle des millions d'appareils électriques en usage dans tous les pays du monde ont été produits.On a donc eu raison de dire que toute la science et toute l'industrie électriques sont tributaires de son œuvre, et qu'elles constituent un monument à sa gloire qui devient chaque jour plus grand et plus beau.

Nous avons vu qu'Ampère a adopté et suivi comme guide la philosophie et la méthode de Newton. Le disciple a fait honneur au maître. Dumas père disait à Dumas fils, à la première représentation de Camille, le chef-d'œuvre du fils : « Mon chef-d'œuvre, ma plus grande gloire à moi, seront d'avoir produit un tel fils ». On peut dire pour Newton, ce qu'il dirait sans doute s'il pouvait prendre la parole en cette occasion : « une de mes plus grandes gloires aura été d'avoir eu un tel disciple qu'Ampère; il a devancé son époque comme j'ai devancé la mienne ».

Le plus grand compliment qu'un physicien anglais pût faire à Ampère, Maxwell l'a fait en le comparant à Newton.

Il a dit ;

« L'étude expérimentale par laquelle Ampère a établi les lois de l'action mécanique entre les courants électriques est un des plus brillants exploits de la science.

» Le tout, la théorie et l'expérience, semble avoir jailli, en pleine vigueur, et complètement armé, du cerveau du Newton de l'électricité. Cet ensemble est parfait comme forme, et de précision indiscutable, et il est résumé en une formule d'où tous les phénomènes peuvent être déduits, et qui restera toujours la formule cardinale de l'électrodynamique ».

Le parallèle entre Newton et Ampère ne finit pas là. Les restes mortels de Newton reposent, on le sait, dans le Panthéon de l'Angleterre, ou plutôt de la Grande-Bretagne, dans l'abbaye de Westminster, dans le rayon des philosophes, près des restes de Darwin, Herschel et autres savants illustres. L'inscription sur la tombe de Newton, de même que l'endroit de sépulture, auraient pu servir de modèle pour la sépulture d'Ampère. On y trouve des phrases sublimes qu'Ampère a, lui aussi, méritées. Je cite celles qui n'auraient pas besoin de retouche :

| | |
|---|---|
| « Qui animi vi prope divina ». | Qui par une force d'esprit presque divine. |
| « Sua Mathesi facem praeferente primus demonstravit ». | A l'aide de son analyse mathématique, il fut le premier à démontrer. |
| « Quas nemo antea vel suspicatus erat, pervestigavit », | Il mit à jour ce que personne avant lui n'avait même soupçonné. |

Si le Panthéon français vient à réclamer, un de ces jours, l'honneur de recevoir les restes d'Ampère, il faudra alors rédiger une inscription qui, en faisant le pendant de celle gravée sur la tombe du grand maître, Newton, fera honneur à la carrière et à la renommée du disciple, Ampère, qui fut lui-même un grand maître. On pourra dire, en se calquant sur l'inscription ci-dessus :

« André-Marie Ampère, chevalier de la Légion d'Honneur, membre de « l'Institut et des principales sociétés savantes de son époque, *qui*, *par une « force d'esprit presque divine, fut le premier à démontrer*, *par ses grands « talents de physicien et de mathématicien,* les lois de l'électrodynamique ; il mit « à jour ce que personne n'avait, auparavant, même soupçonné et il fut le pre- « mier à établir une théorie capable d'expliquer et de prédire les phénomènes « du magnétisme et de l'électromagnétisme ».

Viennent ensuite, sans retouche, ces trois lignes mémorables, tout autant vraies pour Ampère que pour Newton :

| | |
|---|---|
| « Sibi gratulentur Mortales tale tantumque existitisse Humani generis decus ». | Les mortels ont lieu de se féliciter de ce qu'un tel et si grand ornement du genre humain ait existé. |

Monsieur le Président de la République,

Au nom de la Nation, sœur de la grande Nation, par excellence, que vous représentez, au nom des institutions et sociétés de mon pays qui m'ont délégué pour les représenter en cette circonstance, au nom de la Commission électrotechnique internationale et des pays qui en font partie, je vous salue, et, en votre personne, je salue la patrie du grand génie que nous célébrons aujourd'hui; je salue la nation mère de ce fils célèbre dont elle a lieu d'être aussi fière que l'Angleterre de son Newton; je salue la France, devenue, pour la millième fois, au moins, le créancier intellectuel du monde entier par le grand savant qu'elle a formé, et par les services impayables que son œuvre a rendus et qu'elle continuera à rendre à tout le monde de la science et de l'industrie. La présente circonstance fournit, au monde entier, l'occasion de constater qu'une nouvelle étoile de la première grandeur a pris sa place définitive dans la grande constellation des immortels de la renommée française, à côté des autres étoiles innombrables du génie français, qui, de leur vivant, ont, comme Ampère, donné un coup d'épaule au char de la civilisation, en même temps qu'ils ont justifié la réputation de la France d'être le porte-flambeau de la civilisation et du progrès. Ce jour est un événement pour la France, pour ses admirateurs, pour le monde électrique. Le destin a voulu que cet événement survînt pendant votre législature. Vous avez raison d'en être fier, et nous ressentons le plus vif plaisir, nous qui sommes venus exprès de l'étranger, à vous en féliciter chaleureusement et cordialement, en vous remerciant d'avoir, par votre présence, donné à cette réunion l'éclat qu'elle méritait si bien.

## Discours de M. Yves LE TROCQUER,

## Ministre des Travaux publics.

---

Monsieur le Président de la République,

Mesdames,

Messieurs,

La parole devait être à mon collègue et ami, Léon Bérard, ministre de l'Instruction publique. Retenu au dernier moment par la discussion au Sénat de la loi sur la fréquentation scolaire, il m'a prié de le remplacer auprès de vous. Je m'en excuse d'autant plus que l'admirable talent de mon collègue eût trouvé des termes éloquents pour honorer, comme il le méritait, le grand savant dont nous célébrons ici la mémoire.

Mais j'ai accepté néanmoins avec grande joie de venir associer le Gouvernement de la République à la belle cérémonie qui nous réunit dans cette illlustre enceinte, non seulement parce qu'Ampère fut le mathématicien dont j'ai appris à vénérer l'esprit et l'enseignement dans cette Ecole Polytechnique dont il a été un des maîtres; non seulement parce qu'il fut le physicien dont les découvertes ont ouvert la voie à un flot incessant de recherches dont il m'est donné comme ministre des Travaux publics de mesurer chaque jour la valeur et l'étendue des applications, mais encore parce qu'il fut un des esprits les plus représentatifs du génie de la France, et qu'ainsi notre pays reçoit, de l'affirmation de sa gloire, une illumination nouvelle.

L'œuvre d'Ampère, que vous venez d'entendre décrire par les compétences les plus autorisées, est celle d'un esprit dont le travail fut la loi quotidiennement respectée. Depuis que sa jeune intelligence s'ouvrit sous les leçons d'un père qui l'avait deviné, jusqu'au jour de sa mort, pas une heure ne s'écoula sans qu'il ajoutât à son œuvre. Son génie mathématique le porta très tôt vers les recherches précises et il devait trouver dans la pratique de l'analyse la discipline qui convenait à son esprit déductif. Il fut un observateur impeccable, ne négligeant aucun phénomène si petit et éphémère qu'il puisse être, mais il garda

toujours en lui le bénéfice de ces deux grandes qualités de notre race, l'amour de la clarté et l'esprit de mesure qui fit que, s'il ne négligeait rien, il laissait toujours tout à sa juste place.

Mais son intelligence était trop vaste et trop fille de notre XVIII^e^ siècle pour qu'il se contentât de résultats utiles, mais limités. Sans quitter la sûreté d'esprit qui assurait ses recherches, il s'élançait avec joie vers les sphères les plus hautes de l'entendement humain, voulant arriver aux généralisations productrices. Il abandonnait ainsi souvent son laboratoire, petit, mais tout brillant de l'éclat de son génie, pour venir avec Maine de Biran et ses amis, discuter des plus profonds problèmes de la métaphysique.

Il aurait pu, malgré cela, et par la vigueur de ses recherches et l'abstrait de ses tendances, garder à côté de son intelligence toujours en activité, un cœur sec. Il n'en fut point ainsi. Il avait une âme délicate et sensible qui avait subi le charme de Jean-Jacques, et tandis que le penseur cherchait, le poète rêvait. Quoi de plus émouvant et de plus caractéristique que ces cahiers couverts de son écriture d'écolier où des vers se mêlaient à une équation en voie de résolution.

Ainsi tout fut amour en lui, comme tout fut vérité; et il devait rechercher celle-ci pour en éclairer le monde. Son grand souci fut de travailler au bonheur de l'humanité, dont il voulait, par la science, augmenter le patrimoine. Il envisageait toutes les connaissances humaines pour faire de chacune une source de civilisation et de joie. Idéaliste, il le fut avec passion, idéaliste qui resta toute sa vie l'élève des encyclopédistes dont il rêvait de refaire l'œuvre, et qui se souvenait à son heure dernière de pages tout entières de l'*Imitation*. Fils de France, il le fut vraiment par la sûreté de ses recherches, par la mesure de son esprit, par sa foi en la puissance de l'idée, par son amour, enfin, de la civilisation à laquelle il dévouait toute son intelligence et à laquelle il rêvait de consacrer toute sa valeur scientifique.

Une juste destinée a voulu que son vœu soit exaucé et que la plus haute satisfaction posthume lui soit donnée par cette électricité dont il fut un des savants les plus féconds et qui donne à la civilisation un instrument dont lui-même ne pouvait entrevoir la pleine utilité.

Pouvait-il vraiment imaginer avec qu'elle rapidité les découvertes faites il y a un siècle devaient modifier la face de la société? Pouvait-on concevoir ce qui fut réalisé par la science de l'électricité dans l'étude des parties les plus subtiles de la théorie comme dans les applications les plus familières? Quelle admirable poésie philosophique nouvelle se dégage de cet ensemble qui forme pour Ampère la plus glorieuse des palmes déposées sur sa tombe!

Pénétrant la matière jusqu'à sa constitution intime, l'électricité saisit l'énergie dans toute ses sources, dans la puissance éternelle des glaciers, des fleuves et des mers; elle la maîtrise, la répand dans les villes et les campagnes, apportant ses bienfaits aux usines comme aux champs, fournissant chaleur,

lumière et force, poussant les roues, soulevant les leviers, transportant les marchandises et répandant les idées. Elle est partout présente : sur la place publique et dans le modeste logis. Elle va, comme un grand flot de vie, sous terre, sur terre, dans l'air traversé par des ondes de plus en plus puissantes qui lancent à travers l'espace la pensée des hommes en attendant qu'elles lancent le mouvement lui-même. Et que demain ne permet-il d'espérer, puisqu'on annonce que des expériences réalisées à Pittsfield auraient permis de transmettre l'énergie électrique sous une tension de plus d'un million de volts.

Ainsi, c'est avec une puissance centuplée que l'homme asservissant les forces de la nature peut conquérir pour l'humanité un peu plus de bonheur ; c'est le rêve d'Ampère qui se réalise dans toute son étendue et dans toute sa beauté.

Ampère, il n'est plus seulement le savant, il est devenu en quelque sorte la chose. Et cela n'est-il pas pour un homme l'insigne même du génie, peut-être aussi le plus haut sommet de la gloire, que de disparaître lui-même dans le patrimoine commun qu'il a donné au monde.

Saluons donc, Messieurs, encore une fois, sa grande mémoire, et efforçons-nous de continuer son œuvre. Dans cette lutte contre la matière, la plus noble émulation saisit, j'en suis sûr, les nations. La France, en tout cas, s'y adonne avec *toute* sa volonté et *tout* son cœur, soucieuse *toujours*, de civilisation et de paix.

## Allocution de M. A. MILLERAND,

## Président de la République française.

---

Mesdames, Messieurs,

Avant que nous nous séparions, je veux, au nom du Pays et des Pouvoirs publics, remercier les organisateurs de cette belle cérémonie à laquelle la présence et les paroles si prenantes d'un savant étranger, ami de notre pays, ont donné son vrai sens et toute sa portée, de nous avoir fait communier aujourd'hui dans le souvenir et dans l'exaltation d'un grand Français, dont le génie a — il n'y a aucune exagération à le proclamer — transformé la face du monde.

En appelant l'électricité au rôle de servante docile des besoins de l'homme, la Science a bouleversé en effet les conditions de la vie et multiplié presque à à l'infini la puissance de l'homme. Quel exemple plus saisissant de l'union étroite et nécessaire des applications pratiques de l'industriel et des spéculations désintéressées du savant ! Nulle part, la proclamation de cette vérité ne serait plus à sa place, que sous la voûte illustre de notre Sorbonne. Jamais, il ne fut plus à propos de la rappeler qu'à l'heure où la France victorieuse sent le besoin impérieux, pour retirer tous les fruits de sa victoire, d'unir en un faisceau étroit et harmonieux les forces de tous ses enfants, depuis l'ouvrier manuel travaillant sur le chantier, jusqu'au savant penché sur sa table de travail.

---

# L'Industrie électrique française
# Cent ans après les Découvertes d'Ampère.

# LA CONSTRUCTION

## DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE EN FRANCE

---

La situation considérable qu'occupe l'industrie de la construction du matériel électrique dans l'ensemble de l'économie nationale de la France permet d'affirmer que cette industrie contribue, et qu'elle sera appelée dans l'avenir à contribuer de plus en plus, à la prospérité générale de la nation.

D'autre part, la place qu'elle a prise sur le marché international, si elle n'est pas prépondérante, peut néanmoins être considérée comme des plus importantes.

Il y a donc là, pour les ingénieurs français qui, depuis de longues années, ont consacré leurs études au développement et au perfectionnement du matériel et de la science électriques, un juste sujet de satisfaction, que les circonstances actuelles permettent de faire ressortir.

I. — La fabrication du matériel électrique, aussi bien que la construction et l'exploitation de nombreux réseaux de distribution, se sont développées avec une rapidité qui a suivi de près les découvertes scientifiques relatives à l'électricité. Elles ont, au cours du dernier siècle, contribué à rendre indispensable à notre vie quotidienne ce qui n'était, il n'y a pas bien longtemps encore, que curiosité de savants.

La première industrie créée fut celle du matériel télégraphique et s'exerça dans les ateliers où l'on construisait des appareils de mesure ou de précision. Elle se développa au moment de l'apparition de la téléphonie et tendit dès lors à se spécialiser. C'est de ces premiers ateliers que sont issues les fabriques de fils qui, suivant toujours les progrès scientifiques et les nécessités de leurs applications pratiques, en arrivèrent bientôt à fabriquer les câbles pour haute et basse tension, pour courant continu et courant alternatif, nécessaires à la distribution de l'énergie à tous les services publics et aux clients particuliers.

Mais avant que cette distribution ait commencé à prendre de l'extension, une application toute spéciale de l'électricité était apparue : la traction électrique des tramways. Et c'est pour alimenter les lignes nécessaires à ce nouveau

mode de traction que l'industrie électrique fut amenée à fabriquer des moteur et des dynamos.

Parallèlement au développement de la fabrication des fils et câbles, se développèrent les premières fabriques françaises du gros matériel électrique nécessaire aux tramways et aux centrales qui commençaient à se créer. Ces fabriques eurent, dès le début, à supporter une très grosse concurrence étrangère, car c'étaient des maisons américaines, puis des maisons allemandes, qui s'étaient créées les premières. Mais cette concurrence fut victorieusement soutenue par nos constructeurs, en raison notamment du concours que leur apporta la grande industrie mécanique qui, dès qu'elle eut à fournir des machines et des chaudières pour les usines productrices du courant électrique nécessaire à l'exploitation des tramways, comprit l'intérêt qu'il y avait à pouvoir installer elle-même la partie électrique.

Les ateliers de construction de matériel électrique ont d'ailleurs continué à compléter et à développer leur outillage et sont arrivés à satisfaire les besoins les plus variés de leurs clients en construisant notamment les machines nécessaires à l'extraction des mines, aux trains de laminoirs, au tissage, à la filature, à la verrerie, à la papeterie, à l'imprimerie, qui de plus en plus ont tendance à remplacer leurs machines à vapeur par le moteur électrique.

II. — L'histoire de la production et de la distribution de l'énergie électrique en France est inséparable de celle de la construction du matériel.

Entravés au début par le monopole gazier qui existait dans bien des localités pour l'éclairage, des réseaux ou secteurs ont néanmoius commencé à se créer un peu partout depuis une trentaine d'années environ. La difficulté, et parfois l'impossibilité de lutter contre les compagnies gazières eut d'ailleurs pour résultat d'orienter nombre de distributeurs vers la force motrice.

Au début, cette application était difficile en raison du prix de revient fort élevé du courant électrique, mais, grâce à la concentration dans quelques usines importantes de la production nécessaire pour alimenter des réseaux assez étendus, grâce aux progrès continuels des installations, les prix de vente du courant purent rapidement s'abaisser, au moment même où l'éclairage électrique arriva enfin à triompher des obstacles légaux qu'il avait tout d'abord rencontrés. On peut dire que, dix ans environ après l'apparition des premiers secteurs, la distribution de l'électricité devint une industrie importante.

La loi du 15 juin 1906 est venue ensuite lui apporter un statut légal et l'aménagement de plus en plus étendu des chutes d'eau contribue à la développer dans des proportions insoupçonnées de ses premiers fondateurs,

En 1918, la puissance des usines des secteurs de distribution d'électricité était de 1 300 000 kilowatts ; la longueur des canalisations aériennes et souterraines de 68 000 kilomètres ; la population desservie, de 24 millions d'habitants ; le capital

investi, de 2,5 milliards de francs. La puissance des seules usines hydroélectriques dépasse 500 000 kilowatts.

La période de guerre et les perturbations qui en ont résulté dans la situation économique générale du pays ont eu et auront pour résultat, pendant quelques années encore, d'élever les prix de revient et de vente du courant. Mais il n'y a là qu'une entrave momentanée et plus apparente que réelle au développement de l'électricité en France; ce développement est commandé par trop de circonstances économiques, de découvertes scientifiques et de nécessités pratiques pour que des difficultés passagères puissent le retarder sérieusement. Et il n'est pas douteux que, progressivement, la traction électrique et le chauffage électrique se répandent autant que la lumière et la force motrice.

Les données statistiques que nous venons de rappeler sont celles de l'administration et elles datent de plusieurs années au moment où paraît la présente étude. Nous allons donc les compléter par quelques renseignements qui nous ont été fournis par les syndicats et qui, eux, se rapportent à la fin de l'année 1921.

Le Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique, qui compte 339 sociétés, représente un capital total de 2 760 millions de francs, dont 1 663 millions en actions et 1 097 millions en obligations. Le nombre total des ouvriers employés par les adhérents du syndicat est de 18 380. La longueur totale des lignes de distribution est de 22 942 kilomètres et la puissance totale des machines de 1 447 750 kilowatts.

On voit que ces renseignements diffèrent assez sensiblement de ceux qui ont été indiqués plus haut : ils précisent bien le développement considérable qu'a reçu l'industrie de la production et de la distribution du courant depuis la guerre.

En ce qui concerne la Chambre syndicale des Forces hydrauliques, ceux de ses adhérents qui produisent et distribuent l'énergie électrique disposaient à la fin de 1921 de 1 129 875 chevaux. Une partie de cette puissance est déjà comptée dans les statistiques du Syndicat des Producteurs et Distributeurs, car un certain nombre de sociétés font partie à la fois des deux syndicats. Mais on peut estimer à 600 000 chevaux, c'est-à-dire à 450 000 kilowatts environ la puissance qui n'est pas comptée déjà dans les statistiques du Syndicat des Producteurs.

*On doit donc considérer que la puissance totale des usines utilisées pour la production et la distribution de l'énergie électrique à la fin de 1921 est d'environ 1 800 000 kilowatts.*

Ajoutons, pour ne pas laisser incomplètes les données fournies par la Chambre syndicale des Forces hydrauliques, que cette Chambre syndicale comprend 67 sociétés de production et de distribution d'énergie électrique et que le capital total qu'elle représente est de 2 979 millions de francs (actions et obligations).

Il n'est pas indifférent de rappeler, en passant, que l'industrie française a aménagé en pleine guerre une puissance hydraulique de 450 000 chevaux, entièrement utilisée à la production de l'énergie électrique, dont 120 000 ont été mis à la disposition de la Défense nationale en 1917 et 350 000, en 1918.

On voit, par ces renseignements numériques, l'importance réelle de l'industrie française de la production et de la distribution de l'énergie électrique. Utilisant le mieux possible le charbon ou l'énergie hydraulique, nos usines atteignent chaque jour un nombre plus grand d'abonnés et il y a certaines régions desquelles on peut dire, sans exagération, que l'électricité est distribuée aussi largement que l'eau.

L'un des caractères de l'heure présente est la concentration de la production dans des usines de plus en plus puissantes, et notre pays est à ce point de vue, on peut le dire, en tête du progrès, puisque c'est lui qui possède la centrale électrique la plus puissante du monde : celle que l'Union d'Electricité achève à Gennevilliers, aux environs de Paris, et dont la puissance est de 200 000 kilowatts, produits par 5 unités de 40 000 kilowatts chacune. Les Etats-Unis ont en service eux aussi des unités de 40 000 kilowatts, mais ils n'en ont pas de supérieures. Et il a été particulièrement agréable à l'Union des Syndicats de l'Electricité, au mois de novembre 1921, de montrer à tous les délégués étrangers qui étaient venus assister à la Conférence internationale, cette usine gigantesque qui permet véritablement à notre industrie de considérer qu'elle compte parmi les premières du monde.

En ce qui concerne la distribution, nos ingénieurs, ayant maintenant assuré la fourniture de l'énergie électrique dans nos principales régions montagneuses, industrielles ou charbonnières, se préoccupent d'étendre leurs réseaux et d'atteindre la clientèle des campagnes ou, d'une façon plus générale, la clientèle des régions qui ont été jusqu'ici peu ou pas desservies.

D'autre part, il se préoccupent de ne pas laisser indépendants des uns des autres les grands réseaux régionaux. Déjà les Alpes et le Massif-Central sont réunis par deux grandes lignes de jonction : la ligne qui unit Grenoble à Saint-Etienne et celle qui relie Albertville à Lyon. Sur ces lignes viennent se déverser les excédents d'énergie qui ne sont pas utilisés dans les Alpes et qui sont aussitôt mis à la disposition des régions stéphanoise et lyonnaise, grandes consommatrices de courant.

Une autre ligne est actuellement en achèvement : c'est celle qui ira de Beaumont-Monteux, dans la Drôme, à Saint-Chamond, dans la Loire, et qui va assurer la transmission d'une quantité considérable d'énergie, sans en distribuer aucune part sur le trajet.

D'autres projets sont en cours d'étude. Ils tendent à assurer la jonction complète et réciproque de nos trois grands massifs montagneux : Alpes, Massif Central et Pyrénées, et même à mettre en communication les réseaux de ces

régions avec d'autres centres de production et de communication, tels que Paris, nos houillères du Nord et nos grandes usines métallurgiques de l'Est.

L'importance des lignes existant déjà en France ou des projets étudiés par notre pays justifie l'initiative prise en 1921 par l'Union des Syndicats de l'Electricité en organisant à Paris une Conférence internationale qui a eu pour objet l'étude de tous les problèmes techniques concernant la production et l'exploitation des grandes lignes de jonction à très haute tension.

Les résultats de cette Conférence sont encore présents à la mémoire de tous. Ils ont été si importants, que les délégués qui en faisaient partie ont décidé de se réunir périodiquement dans l'avenir pour étudier, non plus le problème dans sa généralité, mais certains problèmes particuliers dont l'examen sera poussé à fond.

III. — Quelle est, ceci posé, l'importance actuelle de l'industrie de la construction du matériel électrique?

En 1913, on avait évalué à 307 millions de francs le capital investi en France dans l'industrie de la construction électrique et on estimait à 193 millions de francs environ la valeur de la production, qui se présentait comme suit :

| PRODUITS | VALEUR | MASSE |
|---|---|---|
| | francs | tonnes |
| Machines | 66 600 000 | 26 000 |
| Appareillage | 45 000 000 | 3 500 |
| Câbles, fils, matériel de canalisation | 40 000 000 | 20 000 |
| Accumulateurs, piles, isolants et charbons. | 21 400 000 | 11 500 |
| | 173 000 000 | 61 000 |
| Lampes | 20 000 000 | 30 millions d'unités |
| | 193 000 000 | » |

En 1921, d'après les statistiques syndicales les plus récentes, la production de ce même matériel a été de 1 200 millions de francs avec 60 000 ouvriers. Le capital investi est d'environ 1 milliard de francs.

Étant donnés les prix actuels de toutes choses, qui sont d'environ trois fois supérieurs à ceux d'avant-guerre, on peut remarquer que les 1 200 millions de francs ci-dessus équivalent à 400 millions de francs d'avant-guerre, ce qui montre que la capacité de production des usines françaises a été doublée. Mais il faut noter qu'une grande partie de nos usines du Nord sont encore en reconstruction; lorsqu'elles fonctionneront, notre industrie française de la construction électrique aura une capacité de production sensiblement accrue.

IV. — En ce qui concerne le commerce extérieur, les résultats de ces dernières années sont très favorables.

En 1913, nos exportations de matériel électrique dépassaient 10 000 tonnes représentant une valeur de 34 millions de francs, nos importations n'étant que de 7 600 tonnes représentant une valeur de 31 millions de francs. Étant donnée l'acuité de la concurrence, ces résultats étaient déjà fort appréciables, puisqu'ils se traduisaient par des exportations nettes de près de 3 000 tonnes en poids et de 3 millions de francs en valeur.

En 1920, malgré la destruction d'une partie importante de nos usines et le bouleversement de notre situation économique, nos exportations ont été supérieures à celles de 1913 et elles ont aussi dépassé nos importations : 13 000 tonnes environ exportées contre 11 000 importées,

En valeur, nous avons exporté pour plus de 180 millions de francs de produits, alors que nous n'en avons importé que pour 117 millions de francs, d'où un excédent de 63 millions de francs.

Nos exportations ont porté principalement sur les fils et câbles (plus de 22 millions de francs) et sur les accumulateurs, piles et charbons (32 millions de francs).

On voit donc que notre pays est plus largement exportateur en 1920 qu'en 1913, malgré les obstacles de tous ordres que nos industriels ont rencontrés, notamment en raison des difficultés douanières auxquelles ils se sont heurtés.

Il n'en est que plus intéressant de constater les résultats encourageants obtenus à ce jour et la prospérité toujours croissante des grandes usines françaises. Ces résultats sont dus pour une grande part à l'excellence des procédés de fabrication adoptés par ces maisons et à la qualité universellement reconnue des machines et appareils sortant de chez elles.

V. — Ces indications générales étant données, nous allons examiner en particulier quelques-unes de nos principales industries.

**Fils et câbles**. — L'industrie des fils et câbles compte parmi celles qui sont franchement exportatrices.

En 1913, elle avait exporté 17 000 quintaux et en avait importé 4 000 seulement, d'où un excédent d'exportations de 13 000 quintaux, représentant en valeur 2 500 000 francs.

En 1920, les résultats ont été encore plus favorables. La France a exporté en effet 25 000 quintaux de fils et câbles et n'en a importé que 8 000 d'où une exportation nette de 17 000 quintaux, supérieure à celle de 1913, et dont la valeur a été de 13 000 000 francs.

Ces résultats, qui semblent à première vue un peu paradoxaux puisque la France ne produit pas de cuivre et qu'elle doit importer à grands frais celui qui lui est nécessaire, s'expliquent par la qualité bien connue de nos produits. Tout récemment encore, une de nos plus importantes sociétés de distribution d'électricité a mis en concurrence nos fabricants nationaux de fils et câbles avec leurs principaux concurrents étrangers ; après des essais extrêmement sévères, ce

sont les fabricants français qui ont enlevé la commande. Celle-ci consistait en une importante quantité de câbles à conducteur unique devant fonctionner à 60 000 volts et qui ont pû subir avec succès des épreuves poussées jusqu'à 220 000 volts. De même, nos fabricants peuvent livrer des câbles à conducteurs tordus supportant une tension de 30 000 volts.

Ces résultats du commerce extérieur sont d'autant plus intéressants que nos exportations sont considérablement gênées par la situation de notre change. Les pays à change déprécié sont arrêtés dans leurs velléités d'achat par cette dépréciation même. Quant aux pays dont le change est favorable aux importations, ce sont justement ceux qui produisent le cuivre.

Il faut remarquer aussi que notre industrie des fils et câbles a été absorbée entièrement pendant la guerre par les fournitures aux armées et qu'elle a dû, par conséquent, délaisser momentanément ses clients habituels. Depuis la fin de la guerre, elle a dû faire face aux énormes besoins de la reconstitution des régions libérées ; et le seul fait d'avoir pu, malgré ces deux circonstances, augmenter ses exportations en 1920 dans la proportion susindiquée montre bien toute sa vitalité.

**Appareillage.** — L'industrie française de l'appareillage est, elle aussi, dans une situation des plus avantageuses.

Favorisée par la qualité des appareils qu'elle produit, et par l'ingéniosité toujours en éveil de nos inventeurs, elle couvre très largement les besoins du pays.

En 1913, sa production représentait une valeur de 45 millions de francs. En 1920, elle a été de près de 200 millions de francs, et elle a pu exporter 28 000 quintaux valant 90 millions de francs. Comme la France a importé la même année 19 000 quintaux valant 78 millions de francs, on voit que l'industrie de l'appareillage est, elle aussi, franchement exportatrice, malgré les difficultés qui résultent pour elle de l'insuffisance de notre tarif douanier et des circonstances économiques actuelles,

**Porcelaine électrotechnique.** — La fabrication des isolateurs en porcelaine a pris en France, depuis 1913, une extension considérable.

En 1913, elle ne comprenait que neuf maisons produisant ensemble 5 000 tonnes, et notre commerce extérieur se traduisait par 1 100 tonnes d'importation et 600 tonnes d'exportation, soit une importation nette de 500 tonnes. Le marché français absorbait 5 500 tonnes par an.

Actuellement (1921), cette même industrie comprend vingt maisons, ayant un capital investi total de 25 millions de francs et pouvant produire annuellement 20 000 tonnes d'isolateurs, soit quatre fois plus qu'avant la guerre. La France consommant maintenant 15 000 tonnes par an (au lieu de 5 500 en 1913), il reste 5 000 tonnes environ à placer à l'exportation.

Nul doute que cette exportation réussisse pleinement en raison de la qualité de nos produits. Nos fabricants peuvent livrer toute la gamme des isolateurs

rigides sur ferrures jusqu'à 80 000 volts et, pour les très hautes tensions, des chaînes d'isolateurs de différents modèles pouvant supporter en service jusqu'à 150 000 volts. Ils disposent de laboratoires qui permettent d'essayer les isolateurs à 400 000 volts et ne comptent pas s'arrêter en si bon chemin. Quant à la qualité de leur porcelaine, elle est reconnue comme la meilleure du monde, et l'expérience a permis de constater maintes fois que nos isolateurs durent huit à dix fois plus longtemps que ceux de certaines marques étrangères pourtant célèbres.

Comme celle des câbles, notre industrie de la porcelaine vient de remporter une belle victoire : la Compagnie des Chemins de fer du Midi vient, en effet, de donner ses commandes d'isolateurs à 150 000 volts à une société française, après un concours redoutable, comme savent en imposer nos grands réseaux, et auquel de nombreux concurrents étrangers avaient pris part. Aucun étranger n'a produit des résultats atteignant ceux du constructeur français qui a enlevé la commande.

**Machines électriques**. — L'industrie du gros matériel électrique est représentée en France par plusieurs très grandes maisons connues dans le monde entier, qui groupent un total de capitaux investis atteignant 400 millions de francs, avec 15 000 ouvriers, et pouvant produire annuellement 350 millions de francs de gros matériel électrique.

Le matériel moyen et le petit matériel sont, en outre, construits dans un très grand nombre de maisons dont l'importance est moindre, mais qui offrent les mêmes garanties de perfection et de sécurité que leurs confrères. On trouve leurs usines en grand nombre dans les régions de Paris, de Lyon, de Nancy et de Lille, où elles occupent un très grand nombre d'ouvriers.

Aucune statistique n'existe malheureusement sur ces maisons et nous n'avons pu évaluer le capital investi par elles, ni la valeur de leur production annuelle.

A elles toutes, elles couvrent très largement les besoins de la France en machines électriques de toute importance et elles peuvent, en outre, malgré les difficiles circonstances économiques de l'heure présente, exporter une partie notable de leur production : plus de 28 000 quintaux, valant 30 000 000 de francs en 1920. Elles n'avaient exporté en 1913 que 16 000 quintaux, valant 4 millions de francs. Elles ont donc largement développé leurs ventes à l'étranger bien qu'elles soient dans des conditions défavorables du fait de la pénurie en cuivre de la France, de l'élévation des salaires et de la condition des changes.

Au point de vue de l'importation, elles sont malheureusement mal défendues par les lois douanières actuelles, mais on déduit facilement des statistiques les remarques suivantes :

1° La proportion des importations aux exportations était en 1913 de plus de 3, alors qu'elle est tombée à 2,6 en 1920. Nous avons donc relativement

réduit nos importations et augmenté nos exportations, ce qui est un indice favorable.

2° Les importations de 1913 font ressortir une valeur moyenne de 180 francs au quintal, tandis que nos exportations de la même année font ressortir une valeur moyenne de 200 francs.

En 1920, la valeur moyenne de nos importations est de 800 francs le quintal, et celle de nos exportations est de 1 000 francs. On voit donc que nous importons des produits qni ont une moindre valeur que ceux que nous exportons et ceci aussi a son intérêt.

Notre industrie des machines électriques, qu'ont illustrée les Blondel, les Boucherot, les Labour, les Maurice Leblanc, est assez puissante pour que le pays puisse, avantageusement à tous les points de vue, se libérer de la concurrence étrangère.

**Accumulateurs et piles.** — La fabrication des accumulateurs et piles occupe en France 4 000 ouvriers environ ; elle immobilise un capital de 20 millions de francs et la valeur de sa production, qui n'était que de 21 millions de francs en 1913, a atteint 100 millions en 1920.

Cette production dépasse de beaucoup les besoins nationaux et, dès 1913, pour 9 000 quintaux importés en France, 57 000 quintaux avaient été exportés, a valeur des importations étant de 1 400 000 francs et celle des exportations de plus de 9 000 000 francs.

En 1920, l'excédent des exportations a persisté et nous n'avons importé que 9 000 quintaux valant 5 600 000 francs, alors que nous en avons exporté 46 000 valant 32 000 000 francs.

**Charbons.** — La France a une situation particulièrement favorable au point de vue des charbons pour l'électricité.

En 1913, elle avait en effet importé 6 597 quintaux de charbons, alors qu'elle en avait exporté 53 724 quintaux. En 1920, l'importation a été tout à fait comparable à celle de 1913 et n'a été que de 5 617 quintaux, et l'exportation, sans avoir encore retrouvé l'importance de 1913, a été cependant de 34 622 quintaux.

Si notre pays jouit pour les charbons d'une situation aussi favorable, c'est en raison de la qualité exceptionnelle des produits qu'elle fabrique et on ne saurait oublier à ce sujet que beaucoup des perfectionnements apportés aux charbons sont d'origine française, qu'il s'agisse des charbons pour la lumière ou des charbons pour machines électriques. Actuellement les constructeurs fabriquent des blocs en charbons pour balais, dont la densité peut varier entre 1 et 2 avec une résistivité comprise entre 0,001 ohm-centimètre et plusieurs mégohms-centimètres.

**Construction des centrales et des lignes.** — Il est une industrie dans laquelle la France a acquis également une grande compétence : c'est celle de la construction des centrales et des lignes. Et notre pays ne compte pas moins,

actuellement, de vingt sociétés spécialisées dans ces travaux avec un capital de 100 millions de francs.

En ce qui concerne les centrales, il ne faut pas oublier que notre pays est, après les Etats-Unis (qui, eux, couvrent presque un continent), celui qui a poussé le plus loin l'aménagement de ses chutes d'eau. En 1913, nous avions déjà une puissance hydraulique de 1 400 000 chevaux; une puissance de 450 000 chevaux a été installée en pleine guerre entre 1916 et 1919; une puissance de 200 000 chevaux l'a été en 1920, ou le sera en 1921. C'est donc une puissance hydraulique de 2 000 000 chevaux que nous avons installée, presque toute transformée directement en électricité, elle-mème distribuée ensuite aux abonnés, utilisée comme force motrice ou consommée dans les fours électrométallurgiques ou électrochimiques. On conçoit facilement quelle compétence nos grandes entreprises de travaux publics (usines et lignes) ont acquise ainsi. Elles ont abordé et résolu les problèmes les plus variés : usines à très gros débits sur les fleuves, usines à très hautes chutes en montagne, usines à lacs ou réservoirs accumulateurs, avec les régimes les plus divers de cours d'eau ; elles ont tout approfondi et tout réalisé, Et comme l'outillage électrique est inséparable de l'outillage hydraulique, comme le premier doit souvent s'adapter au second suivant les cas les plus variés, nos grands constructeurs se trouvent avoir accumulé des données exceptionnelles. Certaines de nos régions françaises comptent par dizaines des usines de plusieurs milliers de chevaux fonctionnant dans des conditions de rendement et de sécurité parfaites.

Pour les grandes centrales thermiques, nos constructeurs sont également en mesure de fournir des références de premier ordre et nous avons rappelé plus haut que Paris va être prochainement doté de la plus grande usine du monde, qu'on construit actuellement à Gennevilliers et qui aura une puissance de 200 000 kilowatts.

Quant à la construction des lignes de transmission d'énergie électrique, le rétablissement et le développement de nos grandes lignes du Nord et de l'Est, l'excellent fonctionnement des lignes qui unissent le Dauphiné, la Savoie et le Jura au Centre montrent assez la perfection et l'ampleur des travaux de nos grandes maisons. Et la construction des grandes lignes qui joindront bientôt le Rhône ou le Rhin à Paris, les Pyrénées aux Alpes, et le Massif Central à l'Océan, sera une nouvelle et éclatante occasion d'affirmer notre maîtrise.

**Lampes électriques**. — Dès l'origine des lampes électriques à incandescence, des fabriques puissantes s'étaient créées en France, qui suffisaient amplement aux besoins du marché et étaient mème exportatrices.

Les découvertes qui ont permis de substituer au filament de carbone les filaments métalliques, et spécialement le filament de tungstène (filament pressé, d'abord, filament étiré, ensuite), entraînèrent une modification profonde de cette industrie et l'obligèrent, plusieurs fois en quelque dix années, à transformer presque totalement ses méthodes et son outillage. Bien que ces inventions

ne fussent pas d'origine allemande, les fabriques de ce pays parvinrent à prendre une forte avance dans leur exploitation, et leur concurrence sur notre marché devint très aiguë dans les années qui ont précédé immédiatement la guerre.

Cependant notre pays avait soutenu avec succès cette concurrence, puisque ses importations nettes étaient pratiquement nulles. Il avait bien reçu pour 2,5 millions de francs de lampes de l'étranger en 1913, mais il en avait exporté pour 2,2 millions, de sorte qu'il y avait sensiblement équilibre. D'autre part, certaines maisons françaises avaient installé des fabriques filiales à l'étranger, en Italie et en Espagne notamment, et avaient pris une place des plus honorables sur ces marchés.

Quoique, en raison du fait que les fabriques de lampes emploient principalement du personnel féminin, cette industrie ait moins souffert que la plupart des autres de la pénurie de main-d'œuvre pendant la guerre, leur exploitation a. par ailleurs, été rendue particulièrement précaire. Les difficultés d'approvisionnement en minerai de tungstène, en produits chimiques, et très spécialement la disette des matières de cristallerie par suite du manque de personnel verrier spécialiste et de la crise des charbons, ont fait tomber, pendant la guerre et dans la période subséquente, la production des fabriques françaises considérablement au-dessous de leur capacité normale de production. La concurrence étrangère a su exploiter intensivement ces conditions, de telle sorte qu'en 1920, tandis que notre exportation était seulement de 9 millions de francs, l'importation atteignait la valeur de 25 millions de francs. Cette importation considérable a été majorée anormalement par le fait que des commandes importantes de lampes destinées à la reconstitution des régions dévastées ont été passées à l'étranger.

Cette situation, due à des circonstances exceptionnelles, ne tardera certainement pas à se transformer. Les fabriques existantes se sont considérablement développées, de nouvelles ont été créées. Plusieurs, et qui étaient précisément les plus importantes, viennent de se fusionner en une société unique, de façon à se placer dans les mêmes conditions de production et d'outillage que les plus importantes fabriques concurrentes de l'étranger. Les brevets fondamentaux qui dominent actuellement toute l'industrie des lampes — brevets couvrant l'étirage du filament de tungstène, et les lampes dans des atmosphères gazeuses — sont tous aujourd'hui entre des mains françaises. Il est hors de doute que dès à présent nos fabriques nationales sont en mesure de fabriquer tous les types de lampes, et en quantité beaucoup plus que suffisante pour répondre à tous les besoins présents et futurs du marché français. On peut donc prévoir un recul certain et rapide de l'importation étrangère, et même son élimination complète, pour peu qu'une classification plus rationnelle du tarif douanier vienne y aider.

A l'étranger, la lampe française est appréciée pour les mêmes qualités de garantie commerciale qui caractérise nos produits. Alors que, dans plusieurs pays étrangers de grande production, s'est établie depuis quelques années une

politique systématique de fabrication tendant à faire travailler les lampes à un rendement très élevé, méthode qui, si elle assure une amélioration de la consommation de courant, entraîne par contre une réduction plus que correspondante de la durée des lampes, nos fabricants se sont refusés à cette politique de « doping », de même nature et évidemment de même origine que celle du « dumping ».

**Compteurs et appareils de mesure**. — Il s'agit là d'une industrie représentée en France par quelques maisons extrêmement importantes et qui possèdent une clientèle nombreuse et fidèle ; mais il est absolument impossible de se rendre compte avec précision du montant des importations ou des exportations de ces appareils. En effet, notre tarif douanier est ainsi fait qu'il englobe dans un même article les compteurs à électricité, les compteurs à eau et les compteurs à gaz. D'autre part, la plupart des constructeurs fabriquent simultanément ces divers genres d'appareils et il est bien difficile de se faire une idée de l'importance relative de leurs diverses fabrications. Toutefois, un fait est certain, c'est que les compteurs à électricité donnent encore lieu à l'heure actuelle à une importation assez considérable, qu'il faut vivement souhaiter voir réduire dans les années qui vont venir, grâce aux efforts des fabricants français.

Pour les mêmes raisons, il est très difficile d'évaluer les capitaux engagés dans cette industrie, mais on peut estimer qu'ils dépassent 10 000 000 francs.

VI. — Les indications qu'on vient de lire, et que nous ne voulons pas développer davantage, car elles sont suffisamment convaincantes par elles-mêmes, montrent que, dans son ensemble, la construction électrique française couvre, et au delà, les besoins du pays ; les notices publiées dans les pages suivantes sur les principales maisons françaises de construction de matériel électrique feront voir d'ailleurs l'importance de cette industrie et la variété de sa production.

Appuyée sur des industries nationales de production et de distribution d'énergie qui lui assurent un débouché intérieur important et des perfectionnements techniques incessants, elle est exportatrice pour presque toutes les catégories de produits et il est très probable qu'il en sera bientôt de même pour les machines et pour les lampes, car ces deux industries sont en grand développement.

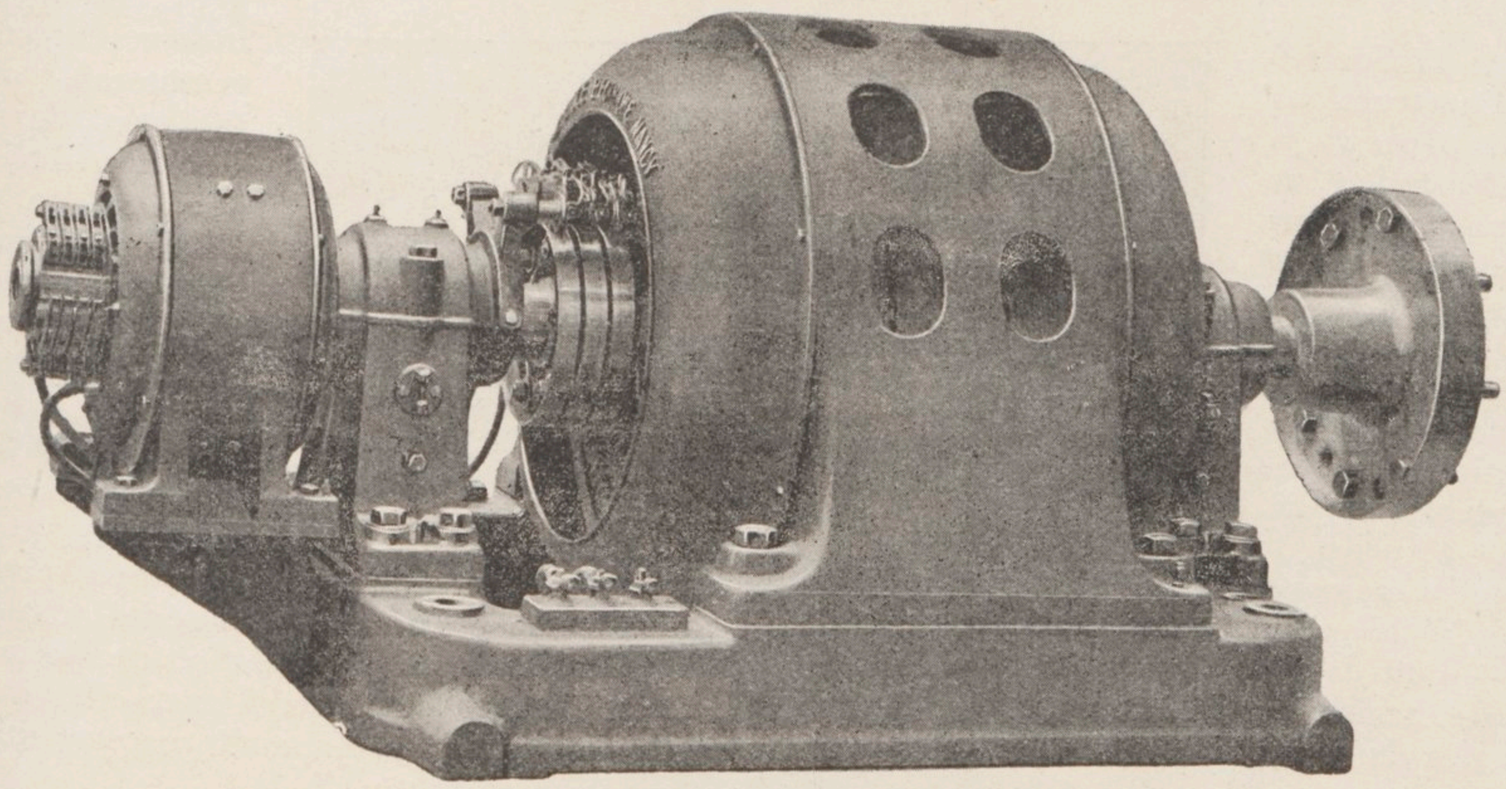
Son passé et son présent répondent de son avenir.

J. Tribot-Laspière,
Secrétaire général de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

# Cie GÉNÉRALE ÉLECTRIOUE

Capital : 15 000 000 francs

**Siège social : NANCY, Rue Oberlin**



Moteur asynchrone synchronisé de 400 chevaux, 750 tours par minute.

Fondée à Nancy en 1898, au capital de 2 000 000 francs, capital qui fut porté à 4 000 000 francs en 1901 et à 15 000 000 francs en 1919, la Cie GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE est devenue une des principales Maisons françaises de Construction de Matériel électrique.

*L'usine de Nancy*, placée entre le canal de la Marne au Rhin et la voie ferrée, est établie sur de vastes terrains couvrant 60 000 mètres carrés d'un seul tenant.

*L'usine de Nanterre* est spécialisée dans la construction des **machines de faible puissance** et de l'appareillage.

*L'usine de Nantes*, construite sur des terrains dont la superficie atteint 200 000 mètres carrés, est équipée suivant les principes les plus modernes. Elle s'occupe plus particulièrement du matériel destiné aux constructions navales, aux industries minières et métallurgiques, aux grosses centrales et à l'électrification des chemins de fer.

*L'usine de Frouard*, qui dispose d'une force hydraulique importante, fabrique les accumulateurs.

La Cie GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE construit le matériel électrique et électromécanique de toutes puissances, depuis les petits moteurs d'usage courant jusqu'aux plus grosses unités des stations centrales : **génératrices et moteurs à courants continu et alternatif, transformateurs et commutatrices accumulateurs, appareillage haute et basse tension**, etc.

Elle a étudié tous les problèmes concernant l'adaptation industrielle de l'énergie électrique : **pompes et ventilateurs, moteurs spéciaux pour l'industrie textile, appareils de levage et de manutention, éclairage électrique des wagons, équipement électrique des machines d'extraction, commande de laminoirs, matériel de traction, turbo-générateurs**, etc.

De ses ateliers sont sortis les moteurs d'une cinquantaine de sous-marins (types Pluviôse, Gustave-Zédé, etc.. moteurs de 150 à 900 chevaux) et le matériel complet de nombreuses stations de production ou de transformation haute et basse tension.

La Cie GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE a récemment mis au point les **machines asynchrones synchronisées** qui trouvent de nombreuses applications pour le relèvement du facteur de puissance des réseaux de distribution.

Enfin l'usine de Frouard fabrique, suivant les procédés et brevets du célèbre constructeur américain Willard, les accumulateurs « **French-Willard** » à séparateur « *Threaded-Rubber* » dont l'incontestable supériorité est universellement reconnue pour l'équipement électrique des automobiles.

Pour assurer ses approvisionnements ou faciliter ses débouchés, la Cie GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE possède de nombreuses participations dans des industries connexes : Fonderie, Laminoirs et Tréfilerie de Vitry-sur-Seine, Fonderie de Jarville, Compagnie française de Charbons pour l'Électricité, Société de Mécanique rotative, Société des Ateliers du Nord et Paris, Société nouvelle de la Manufacture de Porcelaines de Sainte-Foy-l'Argentière, Société d'Entreprises générales industrielles de l'Est et du Nord, Société Énergie-Éclairage, Société Énergie électrique de l'Est.

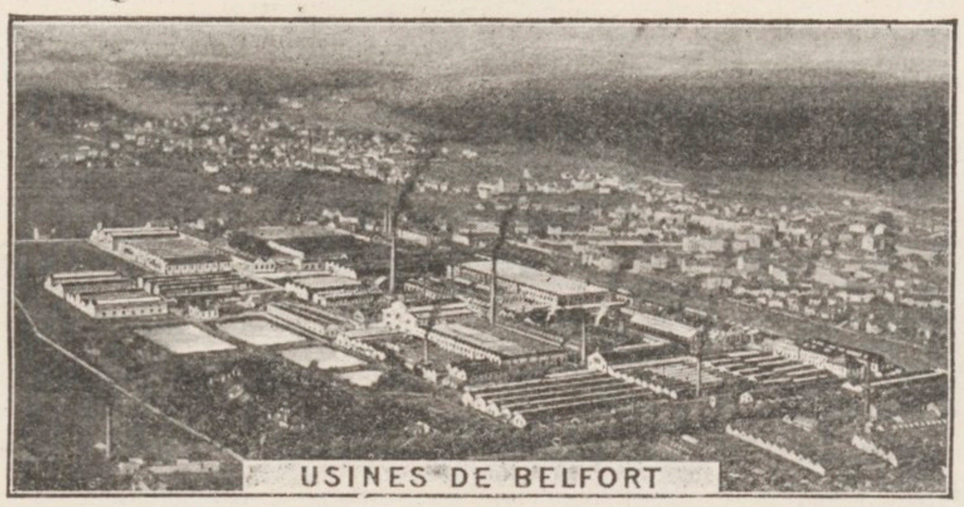
---

**Bureaux à PARIS, 26, Rue La Fayette (9e)**

---

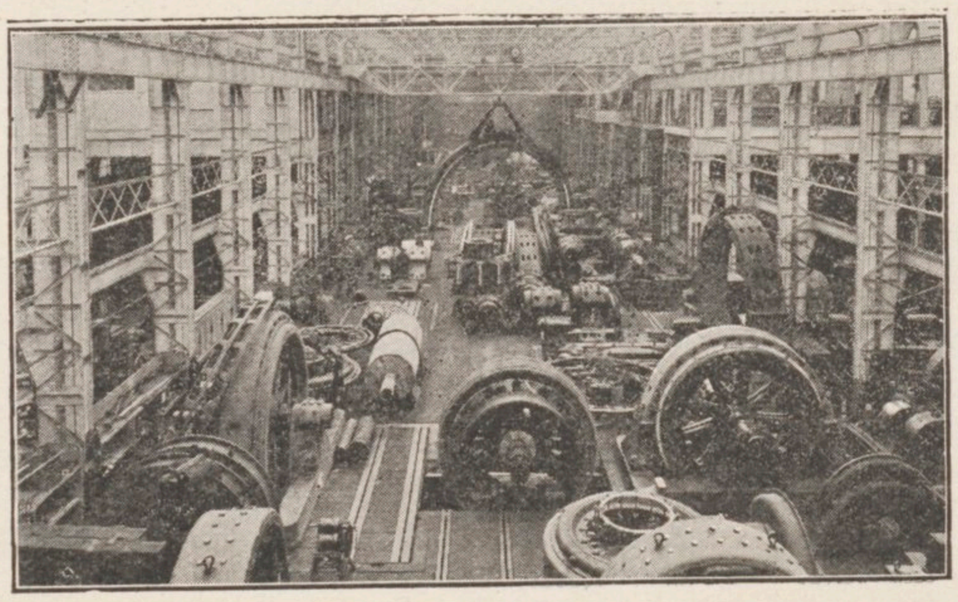
**Agences et Dépôts à : Bordeaux, Dijon, Lille, Limoges, Lyon, Marseille, Nantes, Reims, Rouen, Toulouse, Alger Bruxelles, Barcelone.**

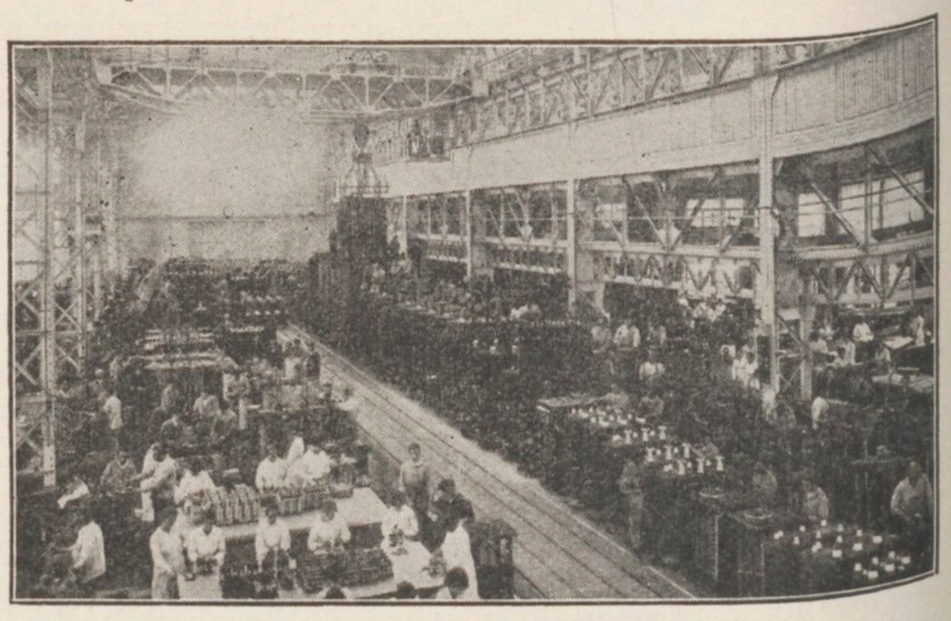
# SOCIÉTÉ ALSACIENNE
## DE
# CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES


USINES DE BELFORT

Les Usines que la Société Alsacienne de Constructions mécaniques exploite à Mulhouse, Graffenstaden et Belfort, occupent actuellement un personnel d'environ 15 000 ouvriers et employés.

La création de la plus ancienne de ces usines, celle de Mulhouse, remonte à 1826, date de sa fondation par Messieurs André Koechlin et Cie. Sous sa forme actuelle, la Société Alsacienne a été constituée en 1872 par la fusion de la Société André Koechlin et des Établissements de Graffenstaden. — Peu de temps après, en 1879, elle installait à Belfort une troisième usine pour la construction des locomotives, des chaudières et des machines à vapeur.


Atelier des grandes dynamos : Hall central.

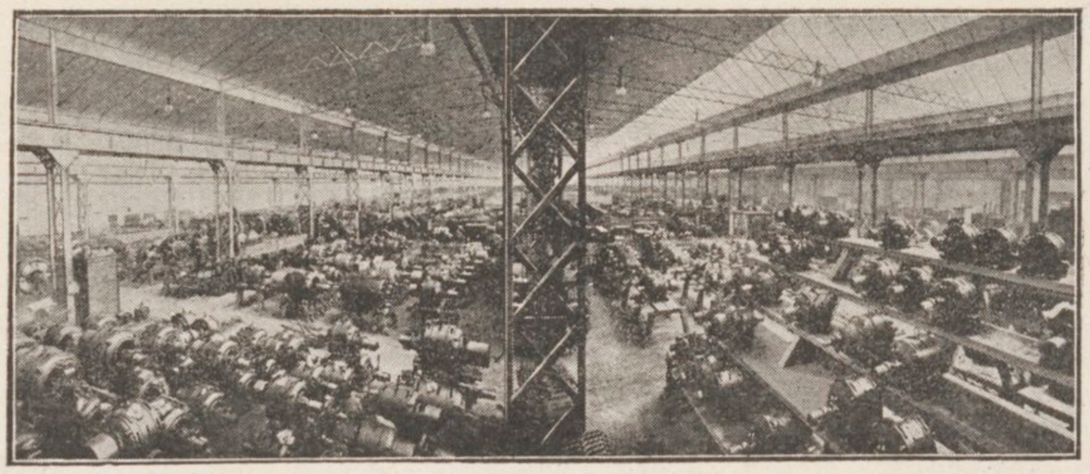

Atelier des transformateurs.

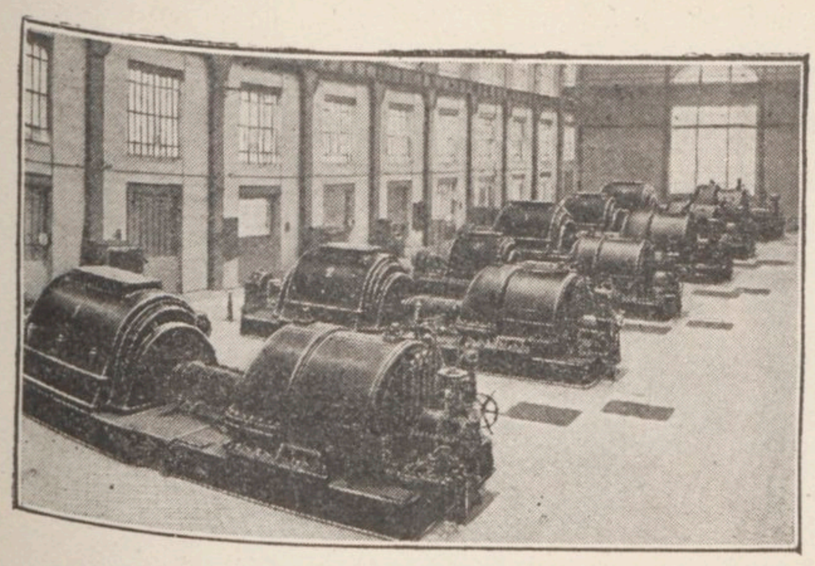
En 1886, au moment où l'électricité trouvait en France ses premières applications industrielles, la Société Alsacienne entreprit, à Belfort, la fabrication du matériel électrique. — Cette fabrication prit rapidement une très grande extension; aujourd'hui, sur 7 500 ouvriers qu'occupent les ateliers de Belfort, la moitié est affectée à la construction du matériel électrique. — Nous allons passer rapidement en revue les différentes catégories que comporte ce matériel.

Construisant elle-même, dans ses différentes usines, tout le matériel mécanique et électrique nécessaire : chaudières, machines et turbines à vapeur, moteurs à gaz, dynamos et alternateurs, appareillage et tableaux de distribution, la Société Alsacienne s'est trouvée à même, dès le début du développement de la transmission électrique de l'énergie, d'entreprendre l'installation complète des stations centrales, aussi bien pour réseaux de distribution publics que pour mines, usines métallurgiques et diverses, etc... jusqu'aux plus hautes puissances pratiquées dans le monde. La puissance du matériel actuellement en cours d'exécution pour l'installation de stations centrales dépasse 500 000 chevaux; il faut citer parmi ce matériel plusieurs groupes turbo-alternateurs de 50 000 chevaux de puissance unitaire et des groupes électrogènes à gaz à marche lente de 6 000 chevaux.

Outre le matériel mécanique et électrique entrant dans la composition des stations centrales, la Société Alsacienne construit tout le matériel électrique pour l'équipement complet des sous-stations de transformation depuis les transformateurs, groupes convertisseurs et commutatrices, jusqu'à l'appareillage électrique à haute et basse tension nécessaire à ces installations.

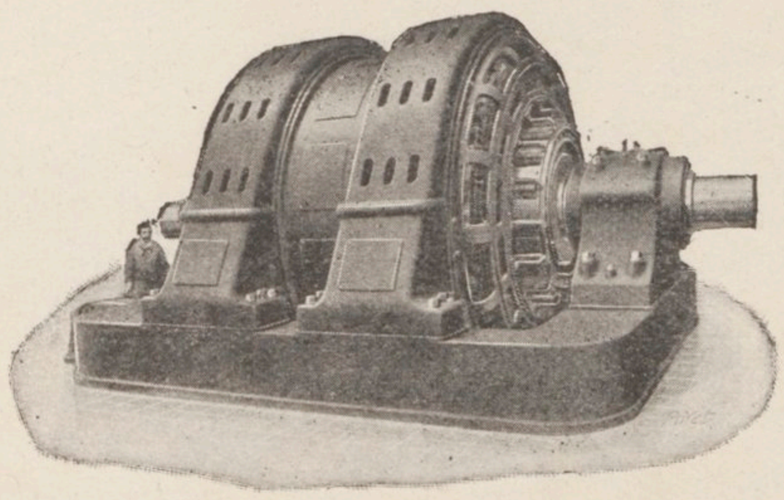
La Société Alsacienne s'est tout particulièrement spécialisée dans la construction de tout le matériel électrique néces-


Atelier des petites dynamos. Vue d'ensemble.



Station centrale avec groupes turbo-alternateurs.
Puissance 50 000 chevaux.

saire aux grandes usines métallurgiques et elle a pris une part prépondérante dans l'introduction et le développement de la commande électrique pour l'outillage de ces usines. A titre de renseignement et pour montrer l'importance de la fabrication de ce matériel, nous pouvons dire que la puissance des moteurs électriques en cours d'exécution actuellement pour la commande des laminoirs représente environ 250 000 chevaux. Certains de ces moteurs, destinés à la commande des laminoirs réversibles, atteignent une puissance maximum de 25 000 chevaux. Il faut y ajouter les groupes convertisseurs à volant alimentant les moteurs réversibles et plusieurs milliers de moteurs de toutes puissances pour l'entraînement des rouleaux de laminoirs et la commande des appareils de levage, de manutention et de travail des lingots et produits divers.



Moteur réversible de laminoir à courant continu.
Puissance maximum 23 000 chevaux à 103 t : mn.

Pour les mines, la Société Alsacienne a développé une importante construction de matériel électrique spécial qui comporte la construction des treuils et machines d'extraction électriques, des moteurs à grande vitesse pour la commande des pompes d'épuisement, et des gros moteurs de ventilateurs et de compresseurs; plus de quarante machines d'extraction électriques sont, en particulier, en construction dans les ateliers de Belfort et représentent ensemble une puissance totale d'environ 60 000 chevaux.

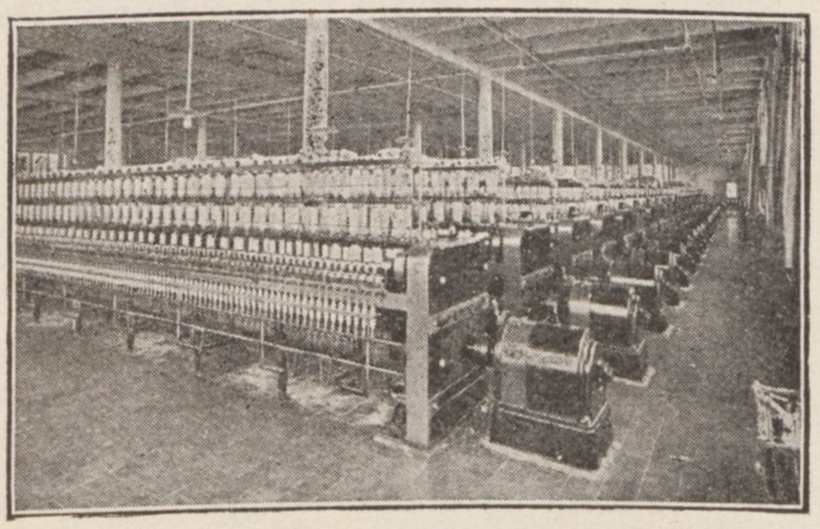
La coopération intime avec ses usines de Mulhouse qui construisent toutes les machines pour la filature du coton et de la laine, le tissage du coton, de la laine et de la soie et toutes celles destinées aux industries de l'impression, du blanchiment et de la teinture, permet à la Société Alsacienne de résoudre toutes les questions se rattachant à l'application de l'électricité à la commande des machines pour l'industrie textile. Les usines de Belfort ont actuellement en exécution, principalement pour la reconstruction industrielle des régions libérées, plus de 2 500 moteurs électriques étudiés spécialement pour la commande individuelle ou par groupes de ces machines.

En dehors des spécialités que nous venons d'énumérer, la Société Alsacienne a entrepris, depuis le début du développement des applications mécaniques de l'électricité et sur une vaste échelle, la construction en grande série des moteurs électriques utilisables dans toutes ces applications ; commande des machines-outils, appareils de levage, etc,.. Elle s'est appliquée dans cette fabrication, par un perfectionnement constant de son outillage, un contrôle minutieux de la qualité des matières premières, de l'usinage des pièces, de la fabrication des enroulements, etc..., à réaliser un matériel exceptionnellement robuste, capable de donner toute satisfaction aux industriels soucieux d'être assurés d'une marche régulière et d'une sécurité parfaite de leurs installations.

L'expérience de près d'un siècle que possède la Société Alsacienne dans la construction des locomotives et du matériel de chemins de fer devait lui être un guide précieux dans la fabrication du matériel de traction électrique. De nombreuses installations de réseaux de traction tant à courant continu qu'à courant alternatif ont déjà été exécutées par la Société Alsacienne qui, en outre, construit des locomotives électriques pour chantiers, mines, usines, traction sur les canaux, etc.

Enfin, une câblerie produit tous les genres de conducteurs nécessaires à la fabrication des machines électriques et aux installations électriques, y compris les câbles sous plomb armés à haute et basse tension pour les distributions souterraines et les câbles téléphoniques et télégraphiques.

Comme on le voit, les puissants moyens de production dont dispose la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques et la coopération intime de ses diverses branches de construction, la placent au premier rang de la construction électrique française.



Métiers continus à filer le coton, commandés individuellement par moteurs à collecteur à variation de vitesse automauque.

## COMPAGNIE FRANÇAISE

POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS

# Thomson-Houston

La Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, Société anonyme au capital initial de un million de francs, a été constituée à Paris le 11 avril 1893, sous les auspices de la Compagnie américaine Thomson-Houston (devenue General Electric Company, à Schenectady). Ses objets essentiels étaient, à l'origine, la fabrication et la vente des appareils du système Thomson-Houston pour ce qui concerne la transmission de l'énergie, l'éclairage et la traction électrique ; et, s'élargissant, sont devenus l'exploitation de toutes industries et de tous matériels électriques.

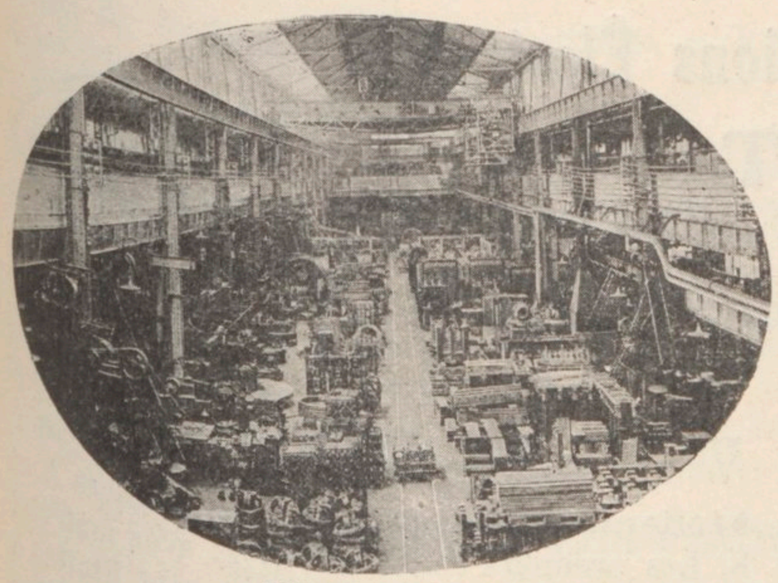
La place, qui nous est mesurée, ne nous permet pas de faire un historique complet de la Compagnie ; nous ne pouvons qu'esquisser les étapes de son développement.

L'électrification des lignes de tramways a été le point de départ de la prospérité de la Compagnie française Thomson-Houston. En fournissant un matériel éprouvé, en effectuant les installations d'une façon irréprochable, elle s'est acquis dès l'origine une clientèle sûre, une réputation justifiée.

Parallèlement à son effort industriel, la Compagnie élargissait le champ de son activité financière; elle prenait des intérêts importants dans diverses compagnies de tramways de France et de l'étranger.

Les augmentations successives de capital jalonnent les étapes de cet essor ; porté à 5 millions de francs en 1894, le capital actions passe en 1897 à 25 millions ; en 1898, à 40 millions ; en 1900 à 60 millions. On sait qu'il atteint aujourd'hui 200 millions de francs.

A partir de 1900, d'ailleurs, les efforts de la Compagnie se portent dans des directions nouvelles ; les applications de l'électricité se multiplient, en effet : création de grandes centrales, premiers essais d'électrification de voies ferrées, utilisation de l'électricité dans l'outillage des industries minières et métallurgiques, développement de la téléphonie automatique et privée, apparition de l'électricité médicale et des usages domestiques de l'électricité : autant de fabrications nouvelles



Usine Lecourbe

aux grands lacs italiens ; des lignes de montagne Gap-la-Mure et Grenoble-le-Vilard-de-Lans.

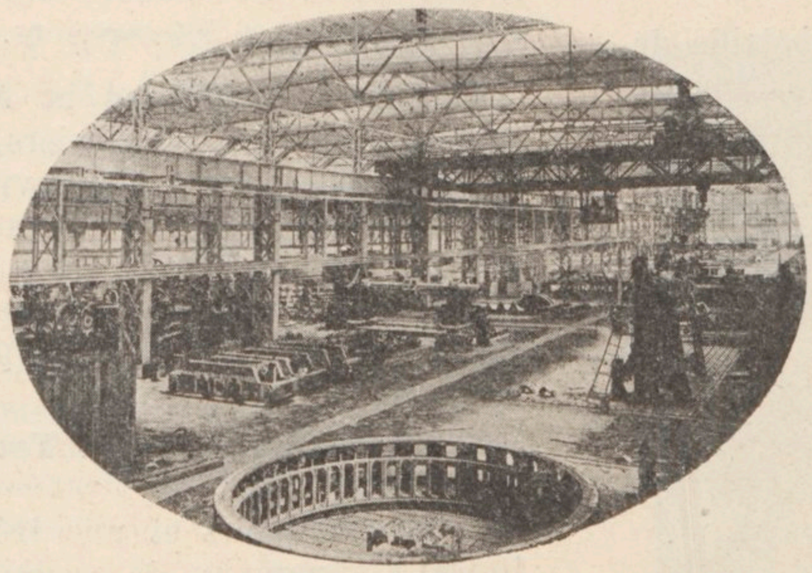
Son activité s'étend, d'autre part, aux installations téléphoniques : elle installe, entre autres, le multiple interurbain de la rue des Archives, les centraux ou multiples téléphoniques de Paris (Roquette, Nord, Passy, Saxe, Auteuil, Elysée, Fleurus, Nation) ; de Béziers, Dunkerque, Besançon, Clermont-Ferrand, Vincennes, Versailles ; les centraux de Bordeaux, Lyon Rive droite, Reims, Roubaix ; les réseaux automatiques de Nice, d'Orléans et de Luxembourg ; les réseaux automatiques privés d'un nombre important d'Administrations publiques, de Sociétés, de Banques et de grands Magasins.

Nous ne citerons que pour mémoire les fournitures de matériel électrique aux exploitations minières et métallurgiques et, enfin, les lampes, les appareils d'électricité médicale, les appareils à usage domestique, toutes spécialités pour lesquelles elle dispose, de même que pour le gros matériel, d'un véritable arsenal de brevets.

On sait, en effet, qu'en dehors des inventions faites par ses ingénieurs, la Compagnie française Thomson-Houston bénéficie de la totalité des inventions et perfectionnements réalisés par les puissantes sociétés américaines avec lesquelles elle a passé des traités.

En prévision des travaux considérables que le programme d'électrification du pays va nécessiter, la Direction de la Compagnie s'est préoccupée de l'élargissement des moyens d'action qui lui seront nécessaires pour remplir le rôle important que sa situation lui réserve. Elle pousse activement la construction de l'Usine de Saint-Ouen, la plus remarquable de toutes celles que l'Industrie électrique française aura mises jusqu'ici sur pied.

Assurée d'une collaboration de plus en plus étroite avec la General Electric Company, et également avec la Western Electric Cº, bénéficiant de toutes les inventions réalisées par les ingénieurs de ces puissantes sociétés, jouissant, d'autre part, d'une pleine autonomie technique et financière, la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston réalise la plus heureuse formule d'association scientifique et industrielle entre les méthodes françaises et américaines.

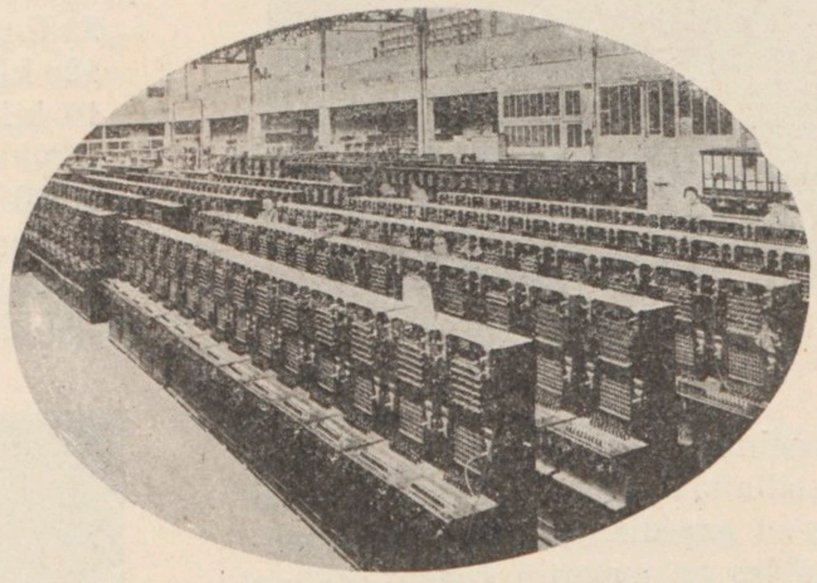


Usine de Saint-Ouen

que la Compagnie entreprend et dans chacune desquelles elle se crée une légitime notoriété.

La guerre surprend la Compagnie en plein développement ; elle ne l'atteint que passagèrement, car, aux affaires normales, se substituent celles provoquées par les besoins de la Défense nationale. Et, en définitive, les difficultés de cette période auront pour résultat un accroissement des moyens de production, et un sensible perfectionnement de l'organisation et des méthodes.

En 1918, une double opération, conçue en fonction de la nécessité nouvelle qui impose aux grandes industries de se concentrer pour augmenter leur puissance de production, s'effectue avec un plein succès ; d'une part, le capital est doublé et passe de 60 à 120 millions de francs ; d'autre part, la fusion est réalisée entre la Thomson et « l'Eclairage électrique », Société qui, par les progrès de sa fabrication et de son activité commerciale, ainsi que par son considérable effort industriel pendant la guerre, avait conquis un rang des plus honorables parmi les principales firmes de construction électrique.



Usine du Hameau

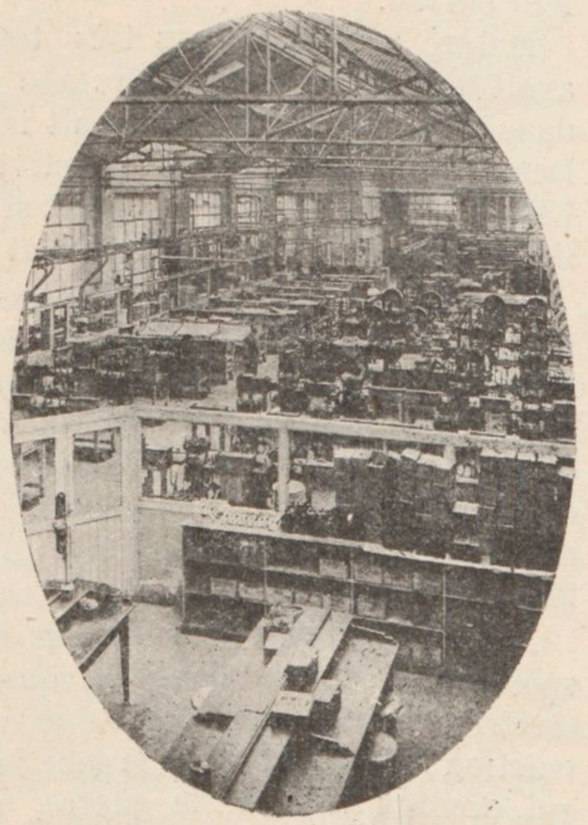
La Compagnie Thomson-Houston va prendre dès lors, avec ses neuf usines spécialisées (Vaugirard, Favorites, Lecourbe, Suresnes, Colombes, Neuilly, Bolivar, Jarville, Lesquin), sa physionomie actuelle de très grande entreprise.

Nous terminerons ce rapide exposé en indiquant la situation présente de la Compagnie et les perspectives qui s'offrent à elle. Mais, auparavant, jetons un coup d'œil sur le travail accompli durant les 28 années de son existence.

Ce sont, d'abord, les électrifications de la plupart des réseaux de tramways de France et d'un grand nombre à l'étranger. Citons pour mémoire : Roubaix, Le Havre, Rouen, Amiens, Paris, Alger, Tunis, Lyon, Marseille, Nice et le Littoral, Belgrade, Cadix, Alexandrie, Naples, Florence.

Ce sont, ensuite, les fournitures de matériel ou les installations d'usines pour la distribution de l'énergie électrique : Centrale de l'Anglo-Romana à Rome, Usine de Phalère à Athènes ; Centrales de l'Energie-électrique du Littoral méditérannéen (Le Risso, Arles, Fontan, Sainte-Césaire, Arenc, la Brillanne, Ventavon, Saint-Tulle, Le Largue) ; Centrales de l'Energie électrique du Sud-Ouest, (Tuillière, Floirac, Mauzac) ; Centrales diverses : Alger, Châteauroux, Commine, Le Teil, Eget et Soulom ; dans la région parisienne : Centrale du Landy, de la Villette, de Vitry-sur-Seine, de Billancourt ; Centrale de Gennevilliers, la plus puissante d'Europe, dont le matériel électrique est en grande partie fourni par la Thomson-Houston ; et, enfin, pour le compte de l'Energie électrique de la Basse-Isère, Usine hydro-électrique de Beaumont- Monteux, la première usine française de grande puissance fournissant du courant à 120 000 volts.

Ce sont également les électrifications de lignes de chemins de fer, car ce n'est pas d'aujourd'hui que la question se pose et dès 1898, la Compagnie en était saisie par les grands réseaux. C'est elle qui installe la ligne de Paris-Orsay à Austerlitz et Juvisy ; qui équipe la ligne de Paris-Invalides à Versailles et contribue à l'équipement du tronçon Pau-Montrejeau ; qui assure l'électrification des 130 kilomètres de voie ferrée reliant Milan



Usine de Colombes

# Forges et Ateliers de Constructions Électriques
# DE JEUMONT

Société anonyme au Capital de 80 000 000 francs.

*Siège social :* **75, Boulevard Haussmann, PARIS** (8e arrt)

UNIS FRANCE

Fondés en 1898, les *Ateliers de Constructions électriques de Jeumont* s'étaient accrus rapidement et comportaient, en 1914, trois divisions : Ateliers, Fonderies et Aciéries, Câblerie et Tréfilerie. Toutes ces usines étaient installées à Jeumont (Nord), en bordure de la voie ferrée Paris-Liége et de la Sambre.

Occupés par l'ennemi dès le lendemain de la bataille de Charleroi, les Ateliers de Jeumont, bien que leurs bâtiments n'eussent que peu souffert, furent systématiquement pillés

Hall des machines à tailler les engrenages.

par les Allemands : les machines-outils (325 pour la seule division Ateliers), les installations de la Tréfilerie et de la Câblerie, furent démontées et expédiées en Allemagne, tandis que les machines et câbles en magasin étaient utilisés par l'ennemi et les machines en construction, dépouillées de leur cuivre.

Malgré ces conditions très défavorables, la Société, qui avait dès 1917 pu reprendre une partie de ses fabrications dans des Ateliers qu'elle avait installés à la Plaine-Saint-Denis (Seine), entreprit avec activité la remise en état de ses Usines de Jeumont, et y parvint si complètement, que dès la fin de 1920, la production d'avant-guerre était atteinte.

En août 1921, la fusion des *Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est* avec les *Forges et Ateliers de la Longueville* sous le nom de *Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont* est venue accroître le nombre des spécialités de la Société : charpente métallique et chaudronnerie en fer aux Usines de Feignies, boulons et rivets aux Usines de Levallois, limes et outillage aux Usines de Nancy et Rennes.

Les usines créées en 1917, à la Plaine-Saint-Denis, ont été spécialisées depuis dans la construction de l'appareillage électrique et des tableaux. De nouvelles usines sont en construction à Jeumont pour la fabrication des isolants moulés, qui, désorganisée par la guerre, reprendra prochainement avec plus d'extension.

## USINES DE JEUMONT

**Division Ateliers.** — Elle comprend les Ateliers A et les Ateliers B. Les premiers construisent le gros matériel électrique et tout matériel spécial ; les autres sont limités à la fabrication des moteurs électriques de série. La division Ateliers occupe 1 200 ouvriers.

**Division Fonderies et Aciéries.** — Organisée pour produire des fontes et aciers de qualité supérieure, cette Division, qui occupe 500 ouvriers, produit mensuellement 250 tonnes de fonte et 300 tonnes d'acier, tant pour la clientèle que pour les besoins des autres divisions. Elle livre couramment des pièces de fonte de 50 tonnes et d'acier de 20 tonnes, brutes ou usinées, pour les applications les plus diverses.

**Division Câblerie et Tréfilerie.** — Cette division comprend :

1° Des laminoirs et une tréfilerie de cuivre produisant 10 000 kilogrammes de produits finis (fils, bandes, lames) par jour ;

2° Une câblerie, produisant par jour :

120 kilomètres de fils et câbles isolés ;

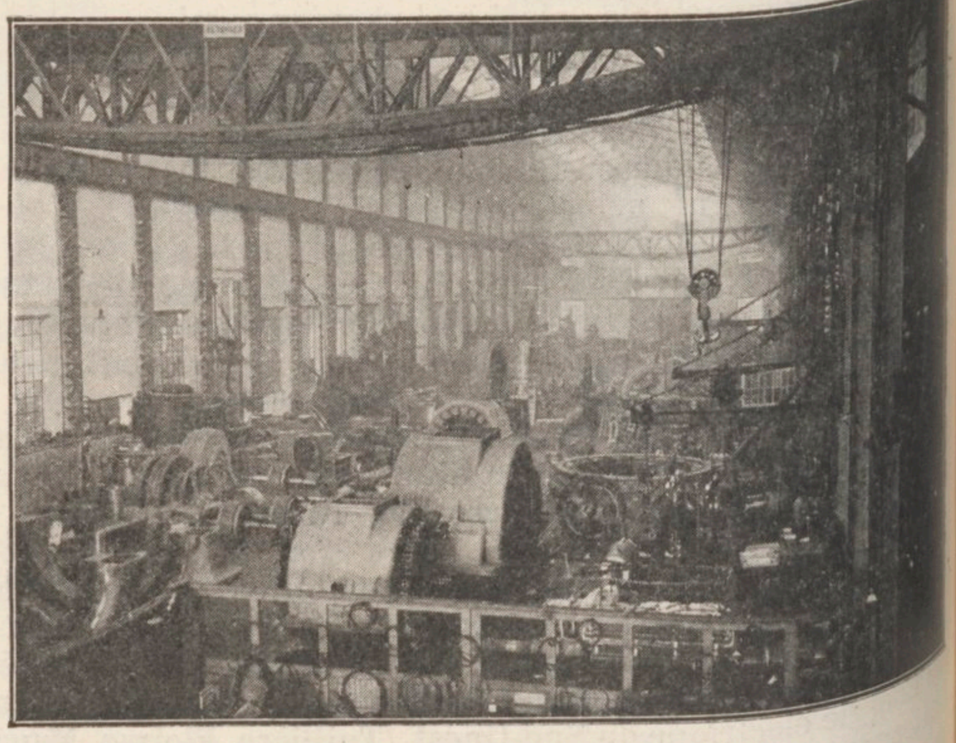
10 kilomètres de conducteur simple sous tresse ;

2 000 kilogrammes de fil guipé ;

5 000 mètres de câbles à un conducteur de section moyenne ;

2 000 mètres de câble triphasé haute tension ;

260 kilomètres de conducteurs élémentaires pour câbles



Grand hall de montage.

téléphoniques à conducteurs multiples, isolés sous papier et à circulation d'air sec.

La division Câblerie occupe 600 ouvriers.

## USINES DE LA PLAINE-SAINT-DENIS

Cette division (Appareillage) construit l'appareillage électrique haute et basse tension, les tableaux, les équipe-

ments de traction électrique à contrôles et à unités multiples, etc.

Elle occupe 400 ouvriers.

De plus, les F. A. C. E. J., sont concessionnaires pour la France du matériel de la Compagnie américaine « Ohio Brass ».

## USINES DE FEIGNIES

Ces usines (division charpentes métalliques) se consacrent à la construction de charpentes métalliques pour usines, appareils de levage, etc., chaudronnerie en fer, matériel roulant et fixe pour chemins de fer et tramways.

## USINES DE LEVALLOIS-PERRET

Ces usines (division boulonneries) fabriquent des boulons, écrous et rivets en tous genres.

## USINES DE NANCY ET DE RENNES (USINES DURLACH)

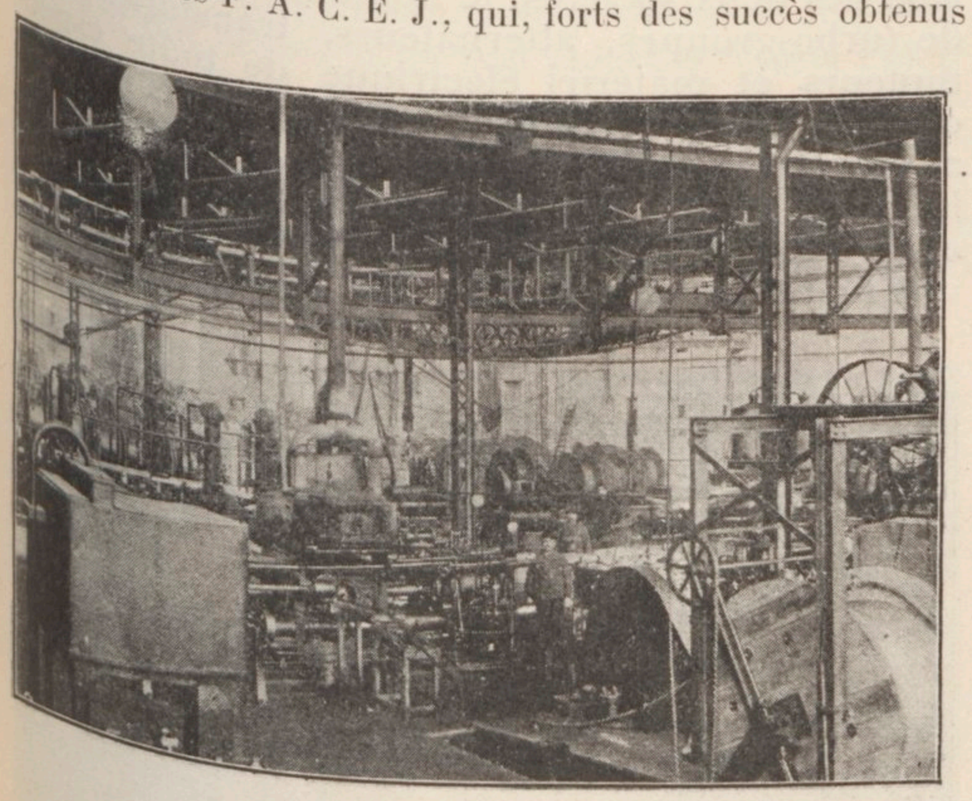
Ces usines (division limes et outillage) produisent des limes, des rapes, de l'acier à outil, des scies à métaux, du petit outillage.

***

Dès avant la guerre, Jeumont avait acquis une place prépondérante pour la traction électrique (50 000 chevaux de moteurs de traction annuellement) ; son gros matériel pour centrales et sous-stations, notamment les turbo-alternateurs et les commutatrices, était également des plus appréciés. Les appareils de levage et de manutention, en particulier les ponts-roulants et les grues de port, formaient, d'autre part, une branche importante de l'activité des Ateliers.

Depuis l'armistice, les anciennes spécialités ont été continuées avec une extension nouvelle ; d'autres, auxquelles la reconstitution des régions dévastées donne une importance et une actualité particulière, ont été créées ou développées : telles les applications aux mines (machines d'extraction, treuils de fonçage, pompes d'exhaure, ventilateurs) et à la métallurgie (moteurs de laminoirs).

Les projets d'électrification des voies ferrées et d'utilisation des forces hydrauliques ont retenu également toute l'attention des F. A. C. E. J., qui, forts des succès obtenus



Câblerie, presses à plomb.

dans les applications réalisées jusqu'ici, se placent au premier rang des constructeurs français pour collaborer à la réalisation de ce programme grandiose.

***

Parmi les récentes commandes faites aux F. A. C. E. J. et dont la plupart sont en cours d'exécution, il est intéressant de citer les suivantes :

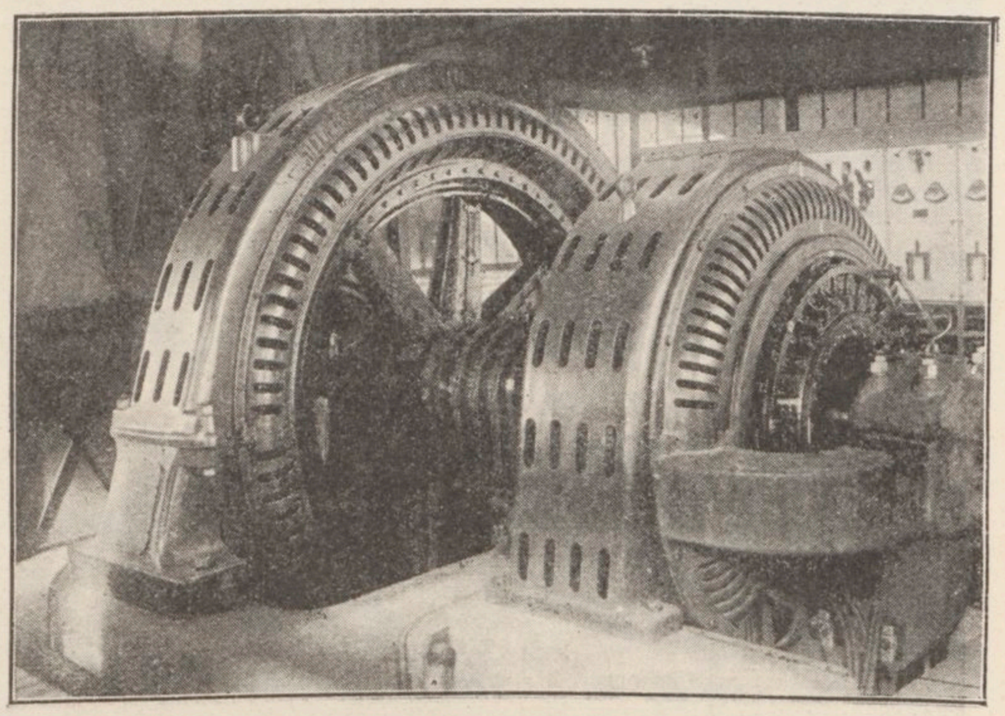
**Turbo-alternateurs** : Un turbo-alternateur de 15 000 kilowatts, 1 500 t : mn, triphasé, 10 250 volts, 50 p : s, pour la Société d'Electricité de Paris ;

2 turbo-alternateurs de 30 000 kilowatts, 1 255 t : mn, diphasé 12 500 volts, 41,33 p : s, pouvant donner 35 000 kilowatts à 1 500 t : mn, 50 p : s, pour la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.

**Commutatrices** : 7 commutatrices hexaphasées, 1 000 kilowatts, 375 t : mn, 25 p : s, continu 650 volts, pour les chemins de fer de l'Etat ;

2 commutatrices hexaphasées, 1 000 kilowatts, 600 t : mn, 50 p : s, continu 575 volts, pour la Société d'Electricité de Reims ;

1 commutatrice diphasée, 3 000 kilowatts, avec moteur de démarrage asynchrone autosynchronisant, pour la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.



Moteur de laminoir de 2 000 chevaux Senelle-Maubeuge.

**Moteurs de traction et équipements à unités multiples** : 124 moteurs de 170 chevaux, 600 volts, pour le chemin de fer Métropolitain de Paris ;

25 équipements à unités multiples pour le chemin de fer Métropolitain ;

25 équipements à unités multiples pour les chemins de fer de l'Etat.

**Moteurs de laminoirs** : Une vingtaine de moteurs, dont la plupart formés d'un moteur asynchrone et d'un moteur à collecteur en cascade pour des puissances atteignant 2 000 chevaux ; entre autres :

3 moteurs à Senelle-Maubeuge, 2 aux Forges et Laminoirs de Saint-Amand (Nord), 4 aux Aciéries françaises d'Aulnoye (Nord), 4 aux Aciéries du Nord et de l'Est à Louvroil (Nord).

**Machines d'extraction** : Une pour chacune des mines de Pechelbronn et Bessèges ; 2 pour les mines de Bens ; 3 pour les mines de Béthune, 5 pour celles de Bruay, 12 pour celles d'Anzin ; 2 treuils de plancher pour les mines de Wimy ; 6 machines d'extraction pour les mines de Dourges.

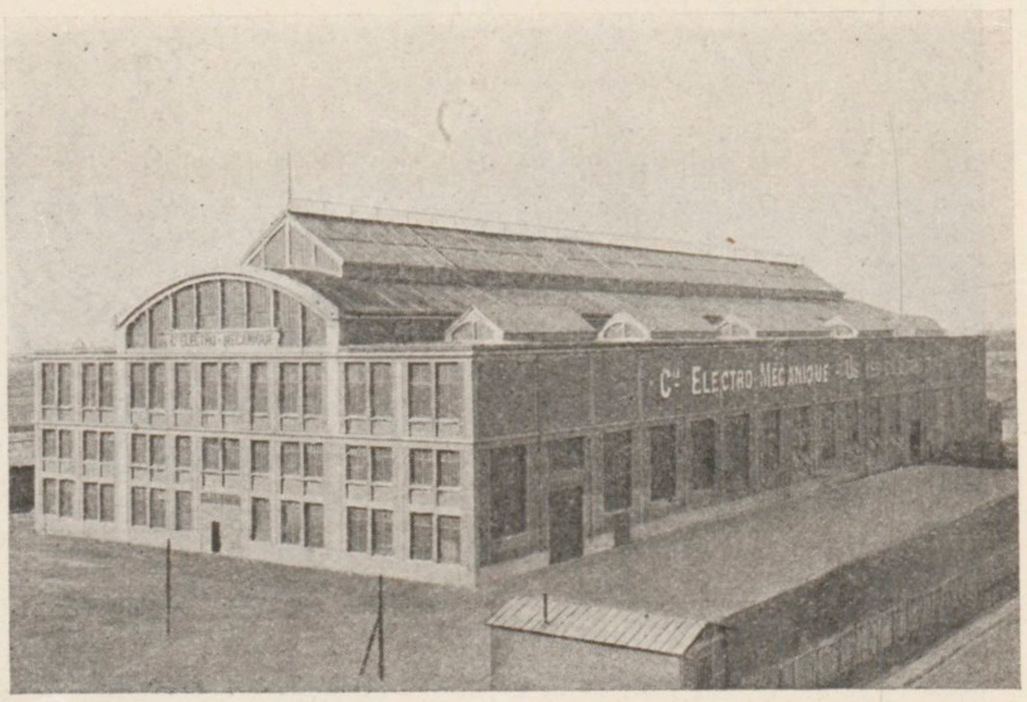
**Grues** : Outre les importantes installations d'avant-guerre pour les Chambres de Commerce de Bordeaux (17 grues de port) et de Nantes (11 grues), il y a lieu de citer 2 grues de cale pour les Chantiers de la Ciotat et ceux de la Gironde, 1 grue de 250 tonnes et un pont de 260 tonnes pour les Chantiers de la Gironde, 1 grue pour les Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée, etc.

Enfin les F. A. C. E. J., ne perdent pas de vue l'importante et si actuelle question de l'amélioration du facteur de puissance, et viennent d'ajouter à leurs spécialités si connues de moteurs à collecteur triphasés et monophasés un type de moteur asynchrone compensé avec excitatrice polyphasée.

# La Cie Electro-Mécanique

-o- -o- -o-

Déjà avant la guerre, le développement considérable pris par les industries électriques avait conduit certains constructeurs à se rapprocher dans le but d'augmenter leurs moyens d'action. Cette tendance n'a fait que s'accentuer depuis la guerre et c'est pour accroître ses capacités de production que la « Compagnie Electro-Mécanique » entra




Vue de la nouvelle usine du Bourget.

en pourparlers avec la « Société anonyme Westinghouse », pourparlers qui aboutirent rapidement à la fusion des deux sociétés. A l'expérience qui, grâce à la collaboration de longue date de la « Société Brown, Boveri et Cie » de Baden (Suisse), a établi le renom de la C. E. M., est venue ainsi s'ajouter celle de la « Société anonyme Westinghouse »: expérience appuyée du concours technique de la « Metropolitan-Vickers Electrical Co Ltd.» (Manchester) et de la «Westinghouse Electric International Co » (Pittsburgh, Etat-Unis). Cette dernière a accordé à la C. E. M. l'exclusivité pour la vente de son matériel en France.

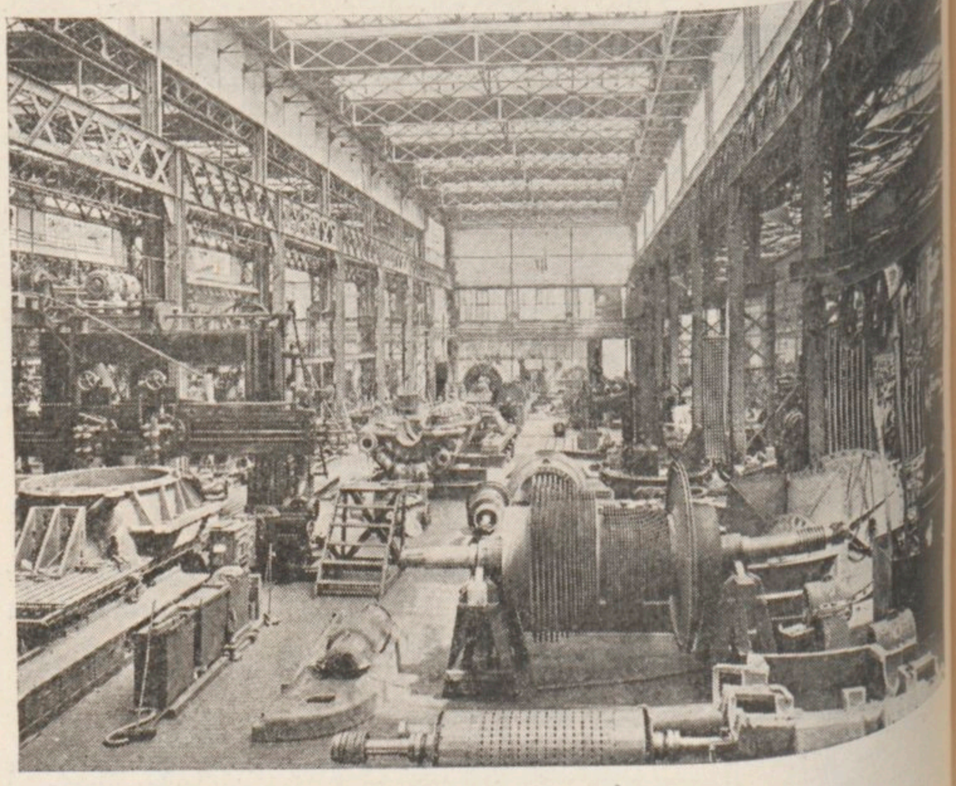
Les moyens de production considérables de la C. E. M. sont représentés par les 3 groupes que forment ses vastes usines au Bourget, au Havre et à Lyon.

Les usines du Bourget (23 hectares) sont plus particulièrement affectées à la construction du gros matériel : turbo-groupes électrogènes, turbines marines, turbo-groupes en tous genres, alternateurs, etc. Les installations récentes offrent un exemple remarquable de bâtiments industriels établis pour répondre aux conditions de la technique la plus moderne (voir « Génie civil », n° 2038 du 25 juin 1921).

A Lyon, les ateliers de fabrication proprement dits, destinés à la construction en série du matériel normal : moteurs et accessoires, transformateurs, etc., occupent, place de la Buire, une surface couverte de 8 000 mètres carrés. Des dépôts et magasins et certains ateliers de fabrications accessoires sont installés sur un terrain d'une surface totale de 12 hectares récemment acquis par la C.E.M. dans la commune de Villeurbanne.

Les moyens de production des deux usines précédentes ont été considérablement accrus par les usines du Havre que la C. E. M. a reçues en pleine activité de la « Société Anonyme Westinghouse ». Certaines fabrications dont l'usine du Havre s'est fait une spécialité, entre autres: commutatrices, alternateurs et transformateurs de toutes puissances, appareillage électrique et tableaux de distribution, complètent d'une façon particulièrement heureuse et efficace le matériel « CEM ». Ces usines occupent environ 14 hectares.

Déjà avant l'armistice, la C. E. M. et la « Société Westinghouse » avaient chacune de son côté travaillé activement au remplacement des machines détruites par les Allemands. Depuis la fusion des deux sociétés, le nombre des commandes de turbo-groupes, alternateurs, transformateurs, moteurs et matériel électrique de toute espèce destiné à la réorganisation des régions libérées a été considérable et atteste la part prise par la C. E. M. au relèvement des régions du Nord et de l'Est de la France. Parmi tout ce matériel une mention spéciale doit être faite pour les ma-



Hall des turbines. — Le Bourget.

chines d'extraction à commande électrique dont 76 ont été livrées à la « Commission technique des Houillères envahies » groupant les commandes des Mines de Lens, Aniche, Courrières, etc. L'ensemble de ces 76 machines permet une production journalièrc de 60 à 70 000 tonnes, et c'est grâce à elles que certaines des mines dévastées ont été à même de reprendre rapidement leur extraction.

L'activité de la C. E. M. n'a d'ailleurs pas été moindre dans d'autres régions et dans d'autres domaines. La branche « Turbines à vapeur » constitue, comme on le sait, une des plus anciennes spécialités de la C. E. M. et a, pour une grande part, contribué à établir sa réputation.

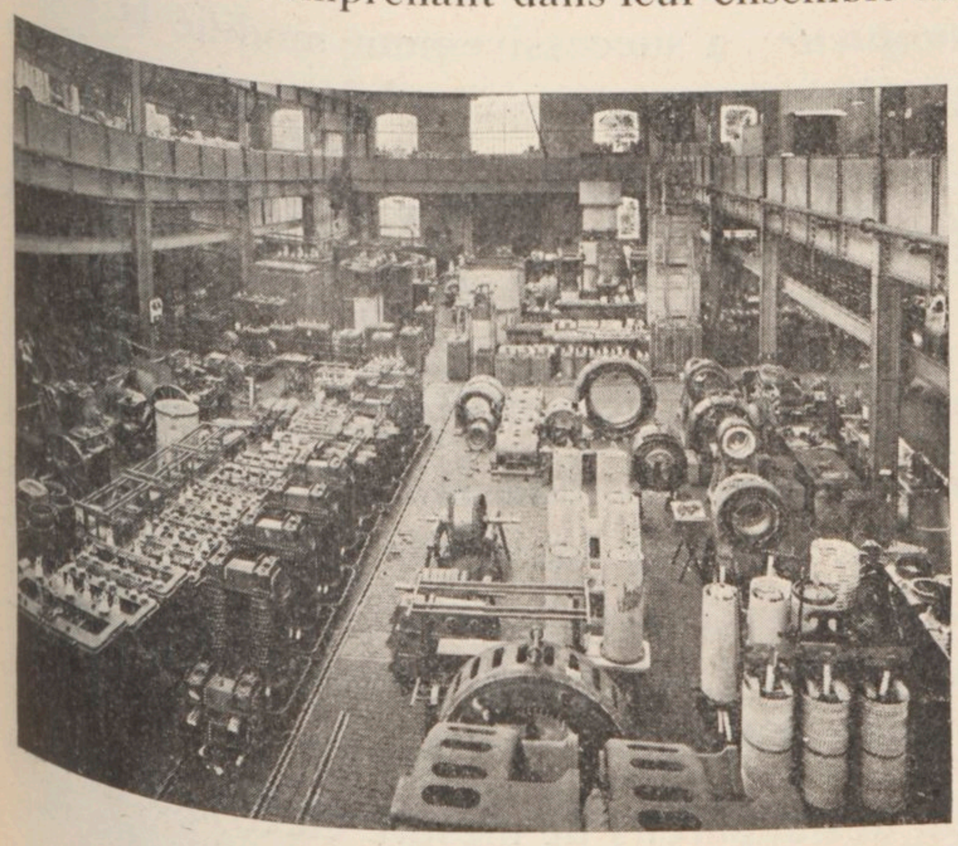
En ce qui concerne le matériel électrique normal, nous nous bornerons à donner une idée de l'importance de ces diverses fabrications en mentionnant que la puissance totale des transformateurs vendus par la C. E. M. depuis 1918 s'élève jusqu'ici à plus de 1 800 000 kv-a.

La C.E.M. n'a d'ailleurs pas cru devoir limiter là son activité et à l'heure actuelle, où le problème capital de l'électrification générale est à l'ordre du jour, elle a pris hardiment la tête du mouvement et se trouve particulièrement désignée pour jouer un rôle prépondérant dans la mise en valeur des réserves de houille blanche de notre pays.

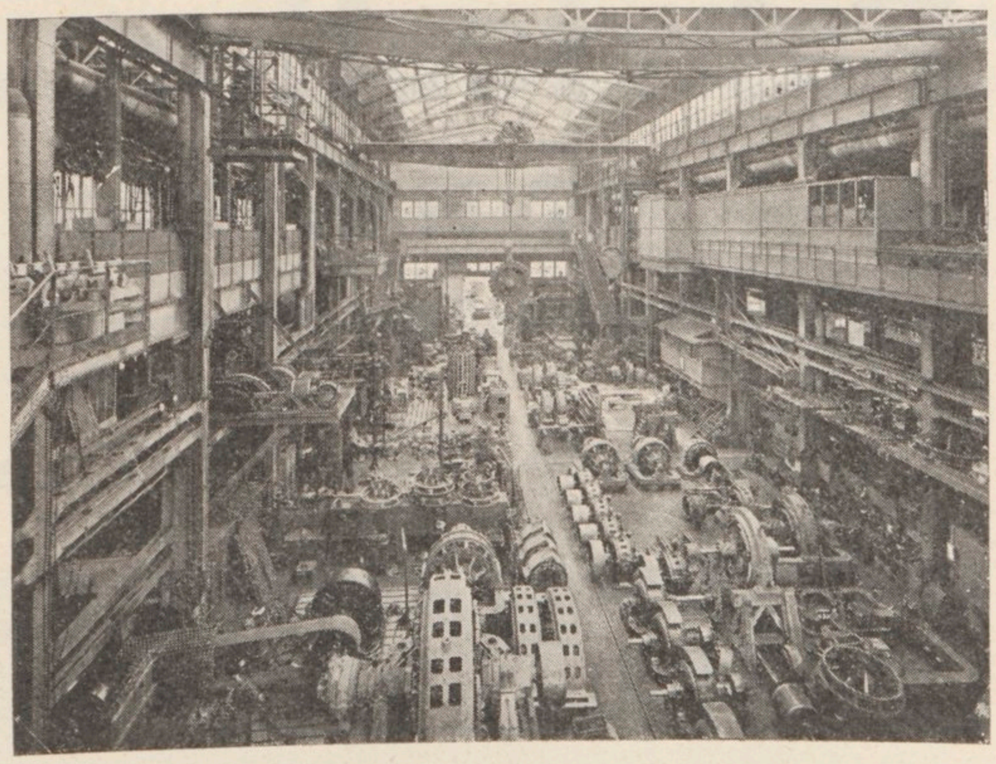
Il importe, à ce propos, de noter que c'est à la C. E. M. que l'on doit la première réalisation sur le continent européen des transmissions d'énergie à très haute tension.

C'est ainsi qu'après avoir fourni au Ministère de l'Armement l'appareillage à 120 000 volts des Centrales du Louron dont les travaux ont été interrompus par l'armistice, la C.E.M. a reçu de la « Compagnie des Chemins de Fer du Midi » une très importante commande de matériel pour l'équipement des postes à 150 000 volts destinés à l'électrification de ce réseau. Cette transmission d'énergie sera la première exécutée en Europe à cette tension. La fourniture de la C.E.M. comporte :

5 postes de transformation prévus pour *montage en plein air* et comprenant dans leur ensemble 25 transformateurs d'une puissance unitaire de 6 660 kv-a, 150 000 volts et 13 parafoudres électrolytiques pour le réseau 150 000 volts, ainsi que 6 groupes alternateurs d'une puissance totale de 62 000 kv-a fonctionnant comme compensateurs synchrones de phase.



Hall des transformateurs. — Lyon.



Grand hall de montage. Plate-forme d'essai. — Le Havre.

Les sous-stations de traction de la ligne Montréjeau-Pau commandées également à la C. E. M. comprennent :

7 groupes transformateurs-commutatrices de 750 kw de puissance unitaire, 60 000 volts côté courant alternatif, 1575 volts côté courant continu et 16 groupes transformateurs-redresseurs à vapeur de mercure d'une puissance unitaire de 1 200 kw pour la même tension.

La C.E.M. a fourni également une large contribution au développement technique de la traction électrique dans notre pays, ainsi qu'en témoignent les locomotives électriques d'une puissance unitaire de 800 chevaux livrées au chemin de fer de Paris à Orléans, l'équipement de nombreuses lignes de tramways et de chemins de fer d'intérêt local en France et aux colonies, ainsi que la livraison de nombreux équipements pour l'éclairage électrique des trains (2600 au P.O.).

Nous bornerons là ce rapide exposé des divers domaines dans lesquels s'exerce l'activité de la C.E.M. Poursuivant le mouvement de progression continue qui caractérise ses efforts depuis plus de trente ans, cette société a pris finalement une des premières places dans l'industrie au moment même où l'énorme développement des applications électriques ouvre des champs d'action pour ainsi dire illimités.

# COMPAGNIE

## Pour la

# Fabrication des Compteurs

## ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ

Société Anonyme au Capital de 36 Millions de Francs

## 16 et 18, Boulevard de Vaugirard, PARIS (XV^e^)

Créée en 1872 par M. MICHEL, l'Usine de Vaugirard de la *Compagnie des Compteurs* ne fabriquait jusqu'en 1888 que des compteurs d'eau.

A cette époque elle fusionna avec la *Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz* qui fabriqua désormais des compteurs d'eau, de gaz et d'électricité.

Successivement, apparurent sur le marché les compteurs d'électricité système CAUDERAY, système FRAGER, puis les compteurs Elihu THOMSON et O'K en 1899.

Le compteur THOMSON primitif a été remplacé par les compteurs Modèle A, Modèle B et Modèle C dans le but d'augmenter le couple, de diminuer l'influence des courts-circuits sur les aimants et d'accroître la stabilité des pièces constitutives.

Pour le compteur O'K, la *Compagnie des Compteurs* a successivement modifié la forme des aimants qu'elle fait maintenant d'une seule pièce sans masses polaires, puis créé un nouveau modèle de dimensions très réduites, moins encombrant, moins lourd et moins coûteux, particulièrement approprié aux petites installations. Elle a de même établi un type de compteur ampèreheuremètre O'K applicable à la mesure des grandes intensités, en imaginant un mode de compoundage spécial.

Elle a également entrepris la construction d'un compteur O'K wattheuremètre.

Pour la mesure des courants alternatifs, elle a mis à l'étude et créé des compteurs d'induction ACT pour circuits monophasés à 2 et 3 fils, triphasés équilibrés ou non équilibrés à 3 et 4 fils et diphasés à 3 et 4 fils.

Désireuse de répondre à toutes les demandes des clients, elle a créé un modèle de changeur tarif s'adaptant sur tous les compteurs THOMSON O'K ou ACT.

En 1901, la Compagnie reprenait la construction des appareils de mesure électrique de tous genres du Laboratoire Volta système MEYLAN-d'ARSONVAL,

Elle complétait la série des modèles à courant continu; en particulier, on peut citer les appareils de grandes dimensions avec échelle lumineuse visible des deux côtés et, à l'extrémité opposée, les plus petits calibres qui permettent l'emploi de ces appareils dans les moindres intallations.

Triomphant de difficultés qui n'avaient pu être surmontées jusque là, elle a créé toute la série des ampèremètres et voltmètres électromagnétiques à pièce de fer qui fournissent des indications indépendantes de la fréquence et peuvent être employés également sur courant continu et sur courant alternatif.

Citons encore la création des appareils enregistreurs à déroulement continu, des wattmètres indicateurs d'induction, des enregistreurs thermiques électromagnétiques et d'induction dans lesquels on a appliqué un nouveau mode de suspension de la plume qui augmente la sensibilité en rendant les frottements négligeables.

Enfin, la Compagnie a étudié et établi les modèles des appareils suivants :

Ondographe Hospitalier, Fluxmètre Grassot, Tellurohmmètre Berland, Perméamètre Iliovici, appareils permettant aux industriels d'effectuer des mesures qui, jusque là, étaient exclusivement du domaine des Laboratoires.

Elle a créé la fabrication de Rhéostats-transformateurs ordinaires et à déphasage variable, de relais pour courant continu et pour courant alternatif, d'indicateurs d'ordre de phase, de ponts de Wheatstone industriels et de laboratoire, d'un pont double pour la mesure des faibles résistances, etc.

Afin de pouvoir intensifier sa production et satisfaire aux demandes toujours croissantes de la clientèle, elle a entrepris, à Montrouge, la création de nouveaux ateliers très vastes et munis d'un outillage des plus perfectionnés,

Son capital social qui n'était que de 8 millions de francs en 1909 atteint aujourd'hui 36 millions de francs.

# Ateliers NEYRET-BEYLIER & PICCARD-PICTET

## Usines de BEAUVERT .. GRENOBLE

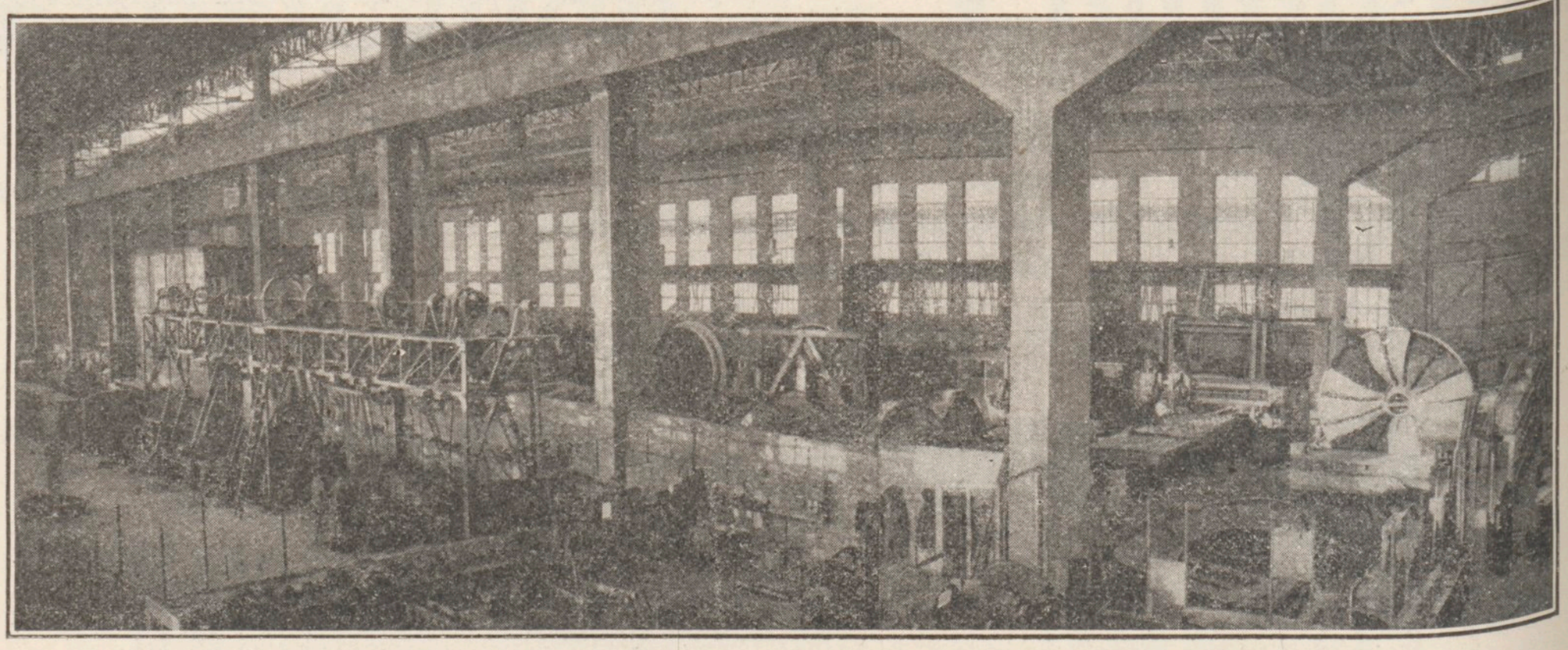


Fig. 1. — Grand hall d'usinage et de montage

Vers le milieu de l'année 1917, la Maison **Neyret-Beylier** et Cie, fondée en 1854, l'une des plus anciennes et la plus importante des maisons françaises de construction de turbines hydrauliques, créa avec de puissants concours la Société des Ateliers **Neyret-Beylier** et **Piccard-Pictet**. La nouvelle affaire disposait ainsi de la très longue expérience acquise par la Maison **Neyret** dans cette branche en même temps que des brevets, archives et procédés **Piccard-Pictet**. Restait à édifier des usines permettant de mettre en valeur ces éléments techniques de premier ordre. Ce fut l'œuvre des années 1918 et 1919, au cours desquelles furent construites et équipées, dans la banlieue de Grenoble, les vastes usines de Beauvert.

Ces usines, qui purent heureusement être achevées avant les grandes hausses de 1920, comprennent un atelier de modelage, une fonderie de fonte et de bronze et un atelier d'usinage et de montage, le tout occupant une surface d'environ 13 000 mètres carrés couverts, avec possibilités d'extension considérables, la Société possédant autour de ses usines un ensemble de terrains représentant 325 000 mètres carrés.

Rien ne fut négligé pour adapter parfaitement ces ateliers au but spécial qui leur est assigné et qui est

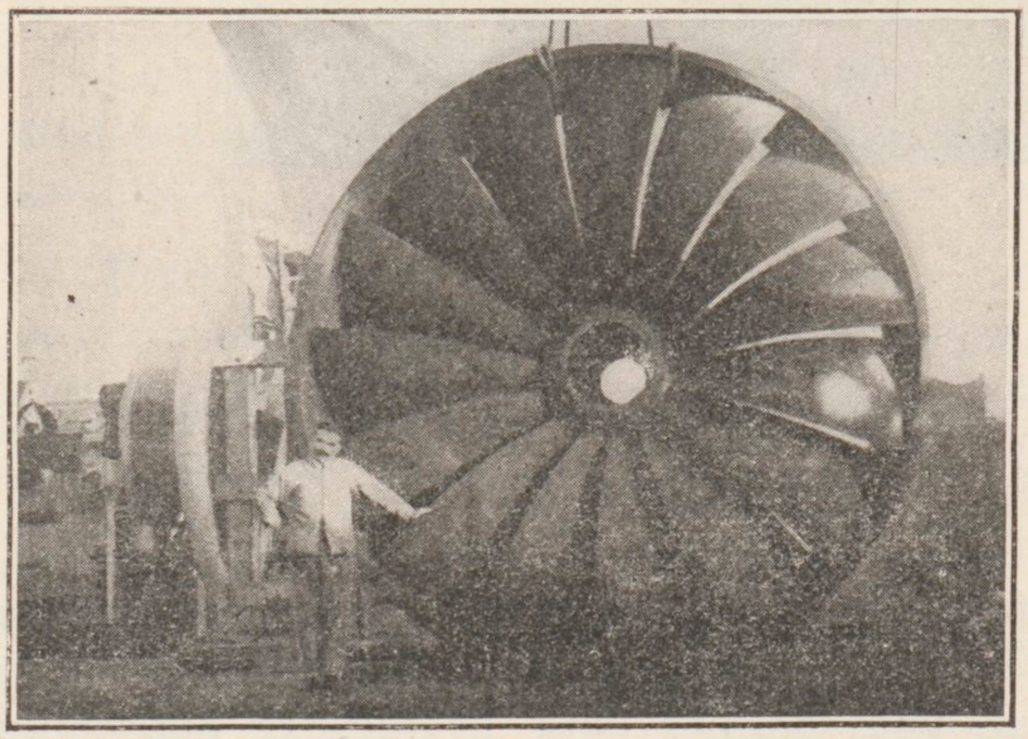


Fig. 2. — Roue mobile d'une turbine de 5 500 chevaux

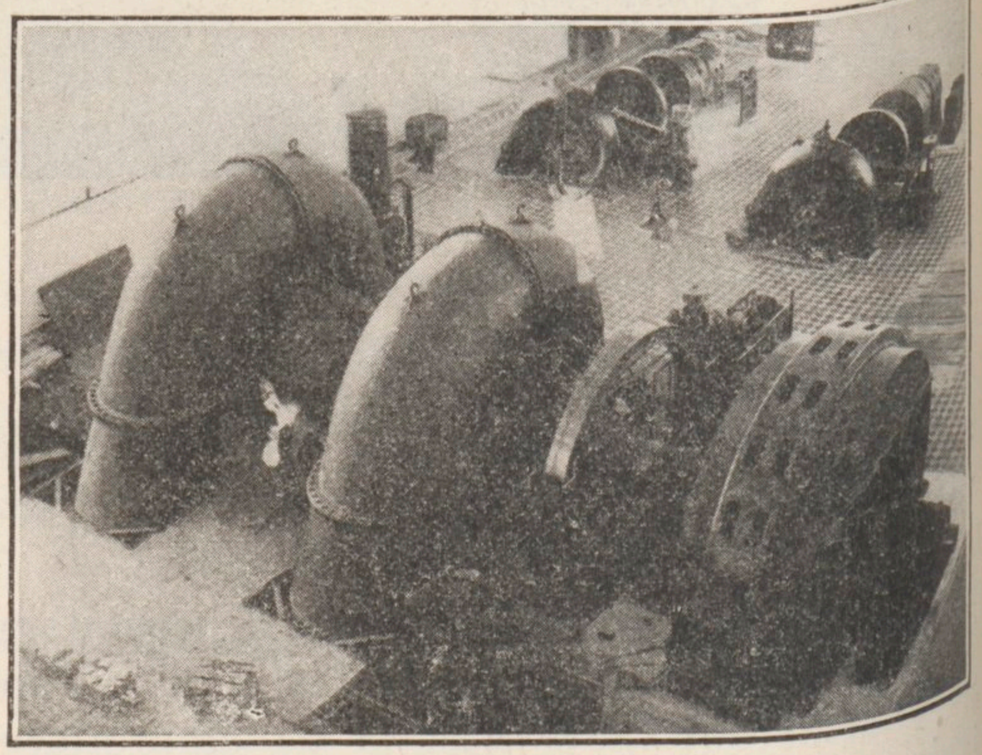


Fig. 2. — Vue d'une turbine de 10 000 chevaux

exclusivement, pour le moment du moins, la construction des turbines hydrauliques et de tous les appareils de mécanique hydraulique se rattachant à l'équipement des chutes d'eau.

Les moyens de fonderie, d'usinage et de manutention mécanique furent spécialement étudiés en vue des grandes unités sous hautes et basses chutes pour lesquelles la Société **Neyret-Beylier** et **Piccard-Pictet** est particulièrement spécialisée.

Le grand hall d'usinage et de montage en particulier, avec 120 mètres de long et 50 mètres de large, ponts-roulants surélevés pour la manutention de pièces de 50 tonnes et de très grand encombrement, fosses d'équilibrage, etc..., forme un ensemble dont la photographie ci-contre ne donne qu'une faible idée (fig. 1).

Sainte-Tulle (Basses-Alpes) appartenant à l'Energie électrique du Littoral méditerranéen. (fig. 3).

Parmi les turbines actuellement en cours de fabrication à Beauvert, citons les turbines Pelton de 12 000 chevaux de l'usine de Viclaire, pour la Société de la Haute-Isère et trois turbines Francis à axe vertical de 15 000 chevaux de l'usine d'Eguzon, pour l'Union hydro-électrique. Comme turbine Pelton **Neyret-Beylier**, nous donnons ci-contre la photographie d'une des sept turbines de 5 000 chevaux sous 710 mètres de l'usine d'Eget (Hautes-Pyrénées) (fig. 4) appartenant à la Compagnie des Chemins de fer du Midi, turbines qui, aux essais officiels effectués par la Compagnie, ont donné les rendements suivants : 87,9 à pleine charge, 88,5 à 3/4 de charge, 85,5 à 1/2 charge.

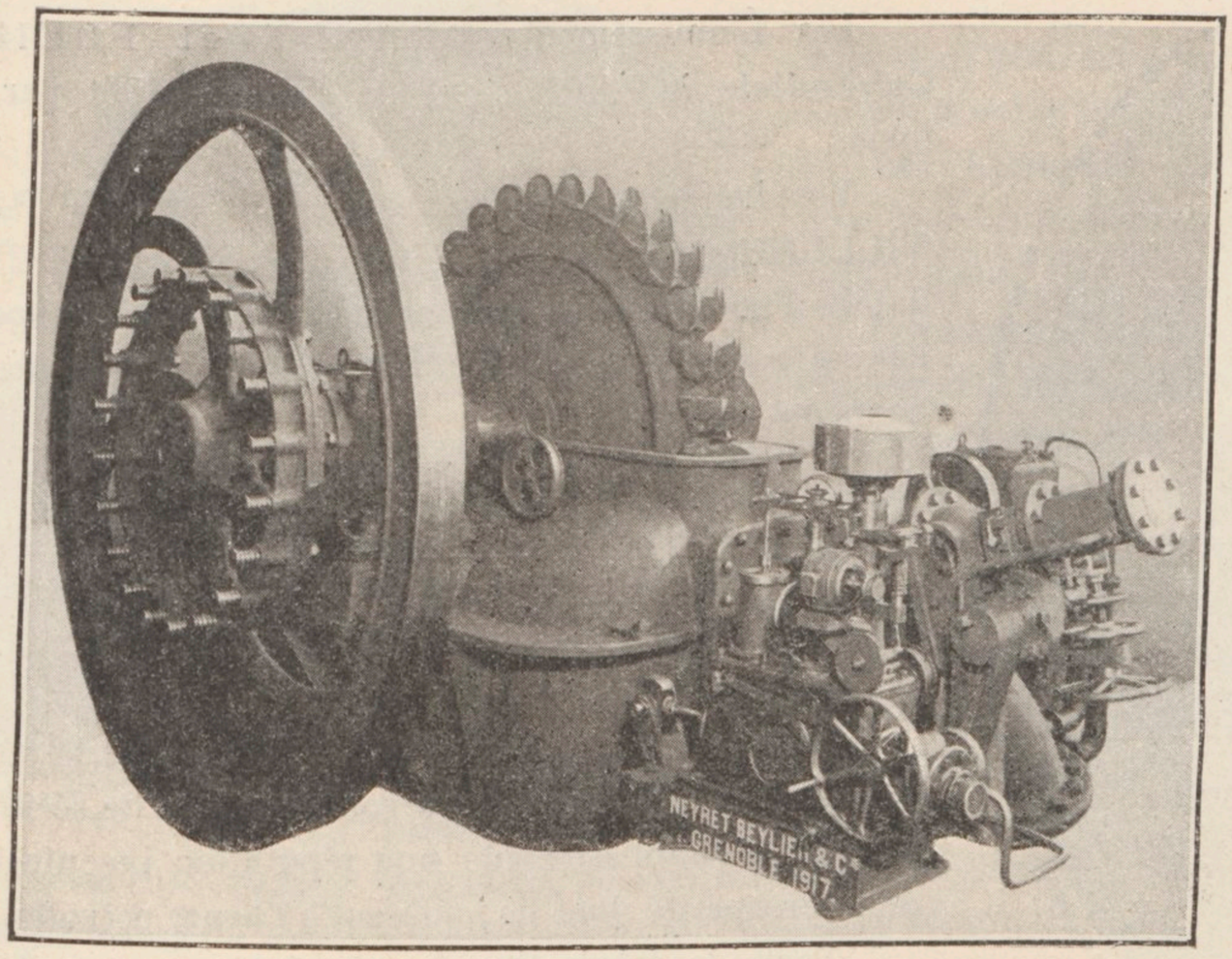



Fig. 4. — Turbine Pelton de 5 000 chevaux

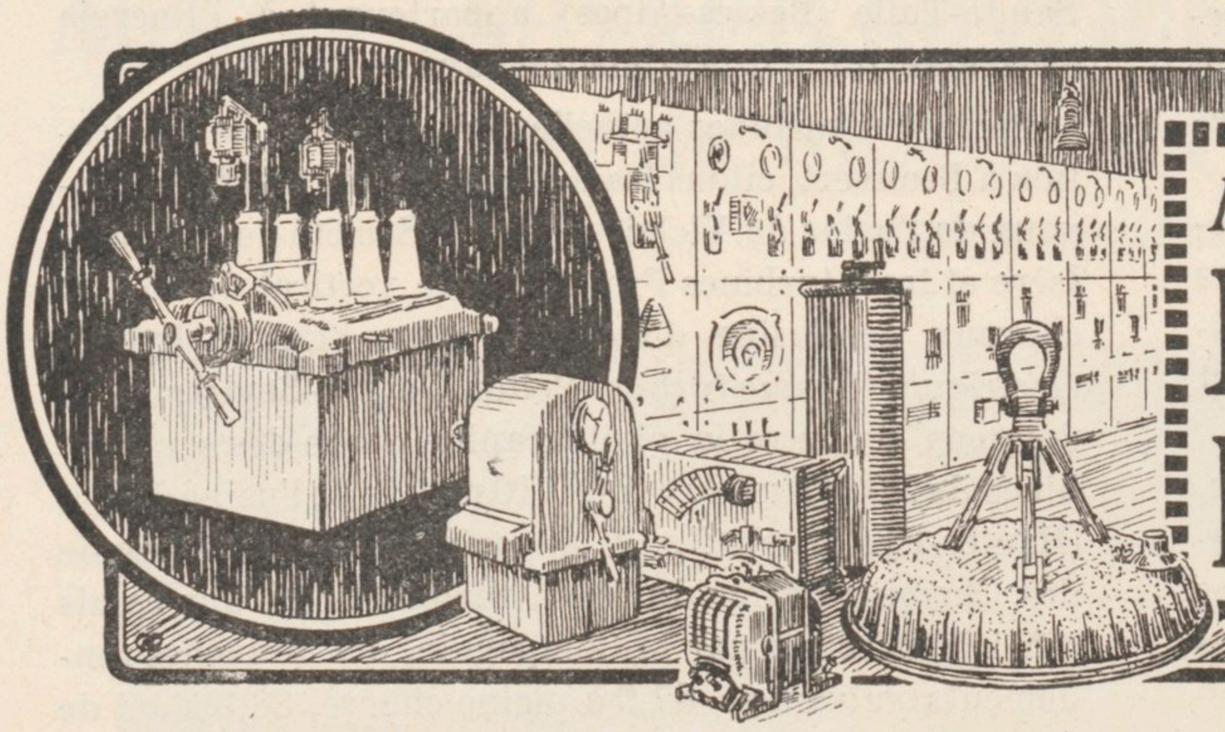
Dans l'enceinte de l'usine est installée une station d'essais dans laquelle des recherches extrêmement importantes ont déjà pu être effectuées soit sur les turbines à basse chute, soit sur les régulateurs de vitesse.

Les premières grandes unités sont sorties des ateliers de Beauvert en avril 1921. Parmi celles-ci citons les turbines de 5 500 chevaux, sous 10,20 mètres de chute, de l'usine de Beaumont-Monteux appartenant à l'Energie électrique de la Basse-Isère. Nous donnons ci-contre la photographie de la roue mobile d'une de ces machines (fig. 2) roue qui est parmi les plus grandes et les plus rapides qui aient été exécutées en Europe.

Nous donnons également une photographie d'une turbine **Neyret-Beylier** de 10 000 chevaux, sous 34 mètres de chute, en marche depuis l'été 1921 à l'usine de

Ajoutons en terminant que les institutions sociales ont été largement étudiées dans l'organisation des ateliers de Beauvert et que de nombreuses institutions y fonctionnent, soit spéciales aux usines, soit communes aux industries métallurgiques de la Région, telles que : sursalaire familial, primes de naissances, cours et leçons pour les apprentis, maisons ouvrières, jardins ouvriers, habitations à bon marché, société de secours mutuels contre la maladie, rééducation des mutilés, retraites ouvrières supplémentaires, etc...

La construction et la mise en marche des usines de Beauvert, dans les circonstances si difficiles que nous venons de traverser pendant ces quatre dernières années, permet de bien augurer de l'avenir pour elles et pour l'Hydraulique française, en tête de laquelle elles doivent marcher.



# MATÉRIEL ÉLECTRIQUE
# BRANDT ET FOUILLERET

Les Établissements **BRANDT et FOUILLERET, 23, Rue Cavendish, à PARIS,** ont été créés en 1906 par leurs Propriétaires actuels.

Les importantes usines qu'ils dirigent, **à PARIS, à PANTIN, à VILLENEUVE-SAINT-GEORGES, à LONGUEVILLE et à DREUX**, dotées d'un outillage moderne, sont spécialisées chacune dans la fabrication des catégories d'appareils d'une même famille et destinés à des applications de même nature.

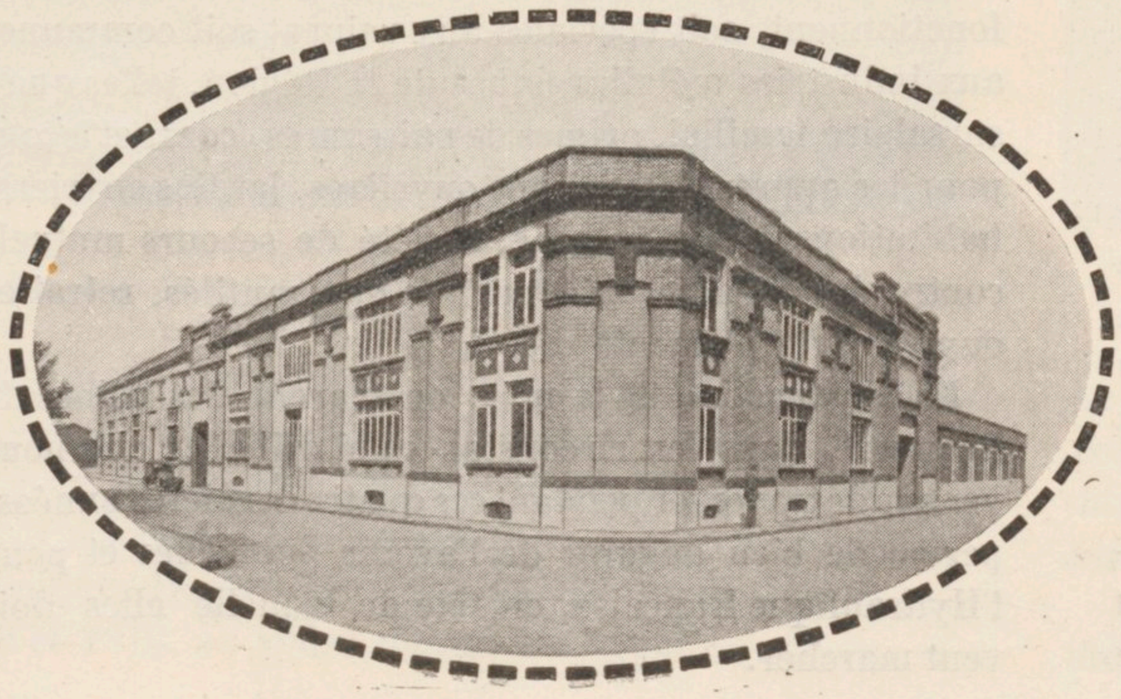
La collaboration et la liaison intimes des divers services par le jeu d'un organisme central sous une direction unique, les méthodes techniques d'unification qui y sont appliquées ont permis d'établir des séries normales d'appareils bien graduées, bien homogènes, d'exécution irréprochable et répondant à tous les besoins.

Le constant souci d'apporter à l'étude et à la construction des appareils les qualités de simplicité, de robustesse et de sécurité de fonctionnement a valu à ces Établissements une réputation incontestée, cause déterminante de la prospérité dont ils jouissent à l'heure actuelle.

Parmi les fabrications les plus intéressantes, il convient de mentionner :

Les **Interrupteurs** et **Disjoncteurs** pour toutes intensités et toutes tensions, à rupture dans l'huile ou dans l'air, avec ou sans soufflage magnétique.

Les **Rhéostats**, les **Démarreurs** pour tous régimes et toutes puissances, à résistances dans l'air ou dans l'huile.



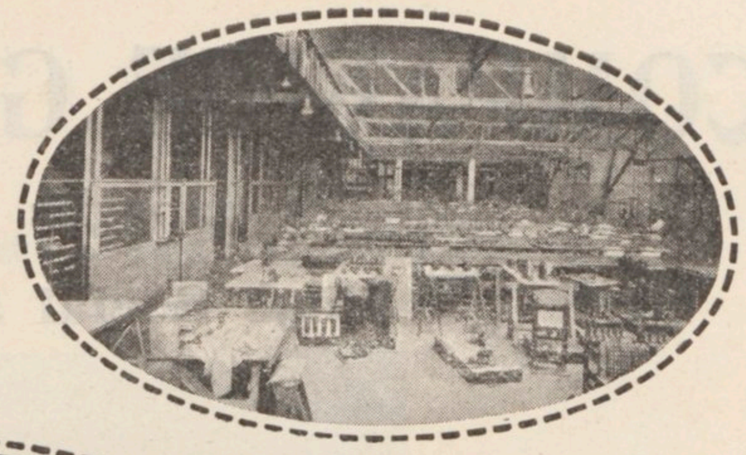
Les **Controllers** et tout le **Matériel blindé** pour les machines-outils, les appareils de levage, de traction; pour les industries textiles, chimiques, minières et métallurgiques.

Les **Appareils de protection** pour toutes tensions et toutes applications.

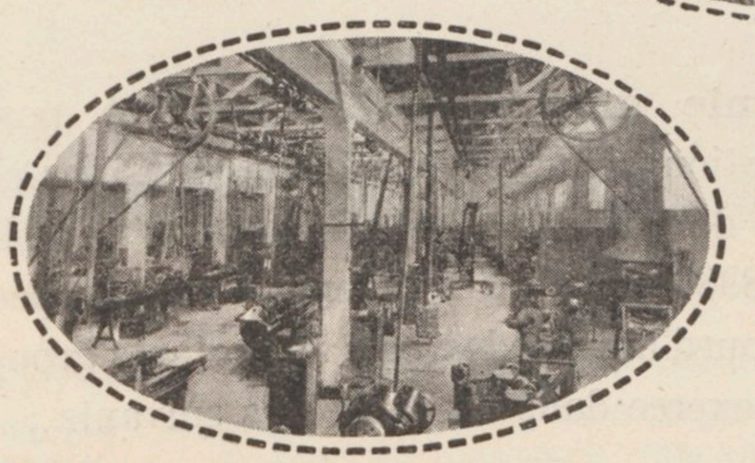
Les **Tableaux de distribution** pour le service des plus petites génératrices ou moteurs aussi bien que pour celui des plus importantes stations centrales.

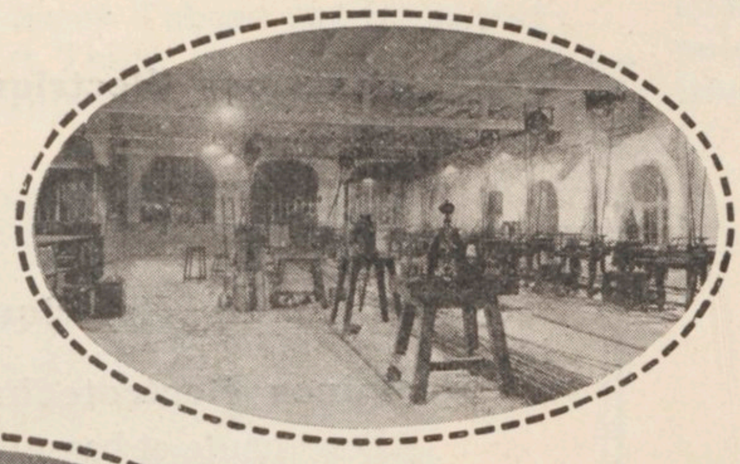
Les **Postes de transformation**, les ***Cabines* haute tension** et, d'une manière générale, **tout l'appareillage électrique normal ou spécial.**

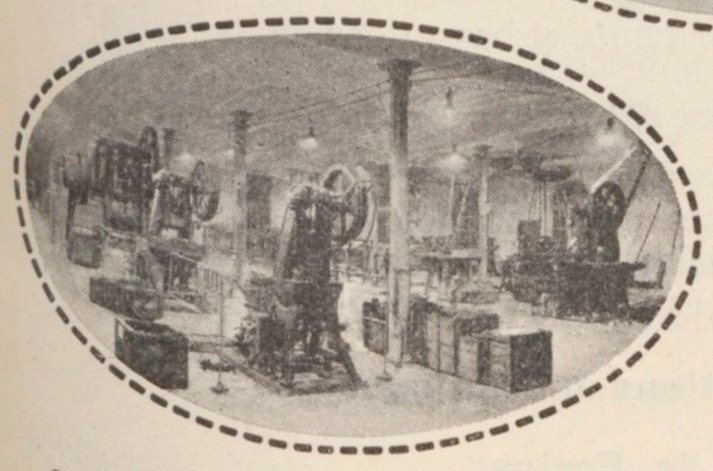
L'**Appareillage automatique,** qui trouve de si nombreuses applications dans la commande des pompes et compresseurs, des machines-outils, des machines à imprimer, des machines à papier et calandres, des machines d'extraction, des rideaux et fermetures, des plans inclinés, des monte-charges et ascenseurs, des appareils de levage et de manutention, des appareils pour le chargement des hauts-fourneaux et pour le service des aciéries, etc ..



Les **Appareils magnétiques** qui comprennent en particulier : les électro-aimants de frein et de manœuvre à distance, les électro-aimants de levage pour la manutention de tous matériaux magnétiques, les mandrins et tables à adhérence magnétique pour les machines-outils, les embrayages et les limiteurs d'effort, les presses et aussi les trieuses pour l'enrichissement des minerais, pour le triage des liquides, des pâtes, des graines, des sables, des poussières, etc...







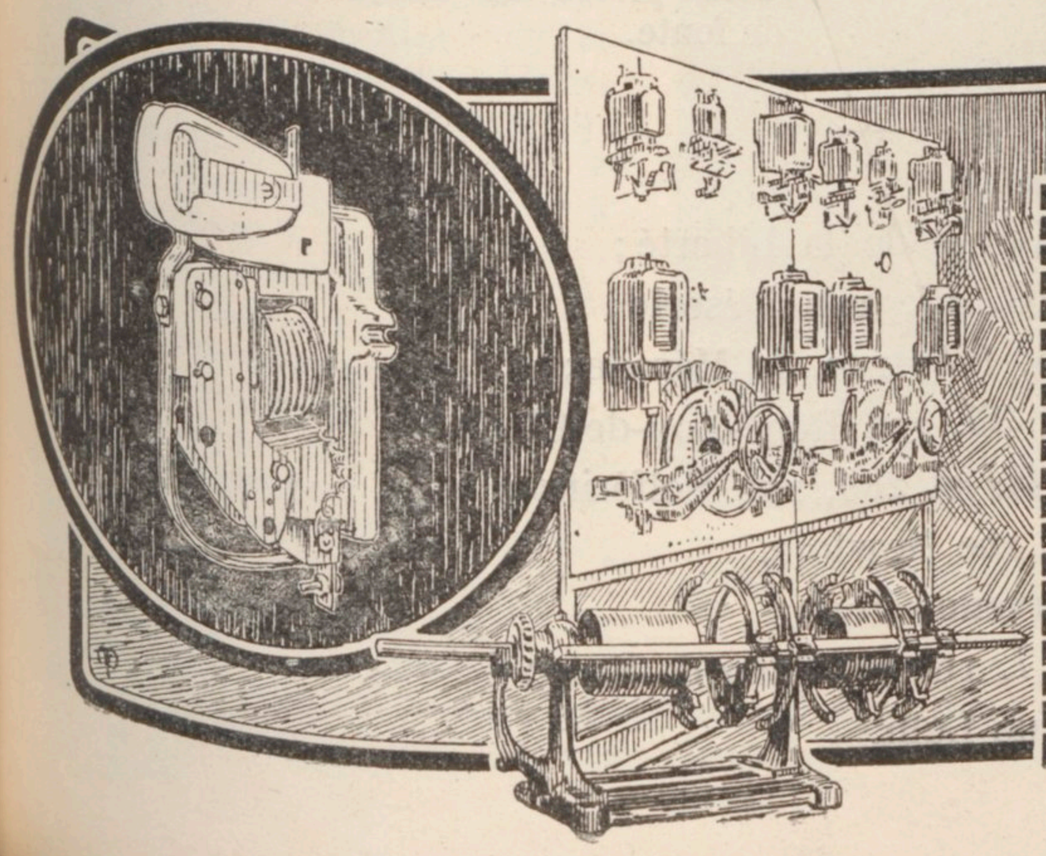
Le **Soudage électrique** constitue encore une des branches de l'activité de ces Établissements qui fabriquent en séries normales des machines à souder par points, en lignes continues et en bout ainsi que les machines à chauffer les rivets et les postes de soudage à l'arc.

Les **Appareils de chauffage électrique** pour leurs multiples applications domestiques et industrielles.

Les **Appareils d'éclairage rationnel** scientifiquement conçus, rigoureusement exécutés et qui permettent, grâce à leur haut rendement, une économie de 35 à 50 pour 100 sur les dispositifs habituellement en usage. Les réflecteurs, les diffuseurs, les projecteurs sont établis pour répondre à tous les besoins de l'éclairage public ou privé et les références sont nombreuses de leurs applications à l'éclairage des bureaux, des magasins, des ateliers, des chantiers, des théâtres, des façades, des grands espaces aussi bien que de leurs utilisations dans les cas spéciaux de l'automobile, de l'aviation, de la médecine, des recherches sous-marines, etc...

Cet exposé, forcément succinct, permet, cependant, de montrer que la diversité des fabrications des Établissements BRANDT et FOUILLERET s'étend à toutes les applications de l'industrie électrique. Le personnel technique attaché aux services commerciaux, aux études, aux essais, aux travaux de recherches (plus de 60 techniciens et ingénieurs) leur permet de répondre très rapidement à toutes les questions et de réaliser d'une manière parfaite tous appareils nouveaux.

*Les quelques photographies jointes montrent des ensembles et des intérieurs des principales usines.*



## RÉSUMÉ DE NOS FABRICATIONS

INTERRUPTEURS
DISJONCTEURS
COMMUTATEURS
RHEOSTATS
DÉMARREURS
CONTROLLERS
TABLEAUX DE DISTRIBUTION
APPAREILLAGE BLINDÉ
APPAREILLAGE AUTOMATIQUE
ELECTROS DE FREIN
ÉLECTROS DE LEVAGE
TRIEURS, MANDRINS
EMBRAYAGES, MAGNÉTIQUES
MACHINES A SOUDER
CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE
ÉCLAIRAGE RATIONNEL

TOUT L'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
HAUTE ET BASSE TENSION

# COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 60 MILLIONS DE FRANCS

**Siège Social à PARIS, 54, rue La Boétie (8e)**

La **Compagnie générale d'Électricité** possède, outre le contrôle de l'exploitation de nombreuses distributions d'énergie électrique dans des centres importants en France et à l'Étranger, une série de Branches de fabrication d'articles divers employés dans l'industrie électrique.

Fondée en 1898, elle s'est rapidement développée; ses propres établissements et ses ramifications constituent aujourd'hui un des plus importants groupements de l'industrie française.

Son activité s'exerce dans les domaines suivants :

**Études et Travaux :**

Installations industrielles,
Usines hydroélectriques.

**Entreprises électriques :**

Stations centrales,
Transmission d'énergie.

**Distribution d'Énergie électrique.**

**Métallurgie du Cuivre et de l'Aluminium :**

Fils, câbles, bandes et planches,
Laitons de tous titres,
Aluminium,
Toiles métalliques pour papeterie,
Traits or et argent faux.

**Câbles électriques :**

Câbles électriques sous plomb et armatures diverses,
Fils émaillés.

**Appareillage électrique :**

Pour haute, moyenne et basse tension.

**Constructions électriques :**

Moteurs,
Transformateurs,
Régulateurs.

**Accumulateurs électriques.**

**Porcelaines électrotechniques :**

Pour haute et basse tension.

**Isolants et Objets moulés :**

Bacs d'accumulateurs,
Pièces pour magnétos,
Articles pour photographie,
Pièces moulées et isolants en tous genres.

**Constructions mécaniques.**

**Matériel de Freins.**

**Articles métalliques :**

Clous d'ameublement,
Clous pour sellerie et bourrellerie.

**Fonderies :**

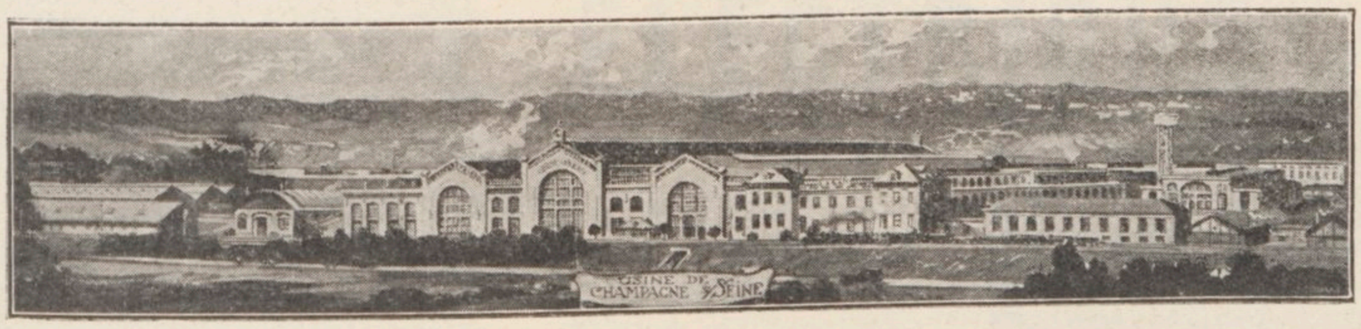
Toutes pièces de fonderie de bronze ou de fonte.

---

*Succursales :* à LYON, 38, Cours de la Liberté;
à STRASBOURG, 13, rue Déserte;
à BRUXELLES, 146, rue de Mérode;
à BORDEAUX, 35, rue René-Roy-de-Clotte;
à LILLE, 287 *bis* et 289, rue Solférino;
à NANTES, 3, rue Newton;
à METZ, 27, avenue Foch;
à TOULOUSE, 7, rue du Sang de Serp;
à ALGER, 2, rue Lulli.

# SCHNEIDER & Cie

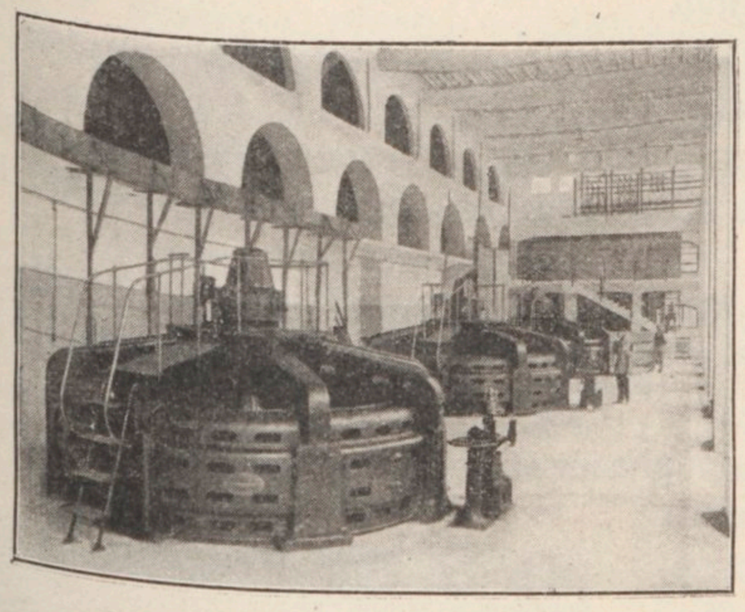
**Siège Social et Direction Générale, 42, Rue d'Anjou, PARIS (8e)**



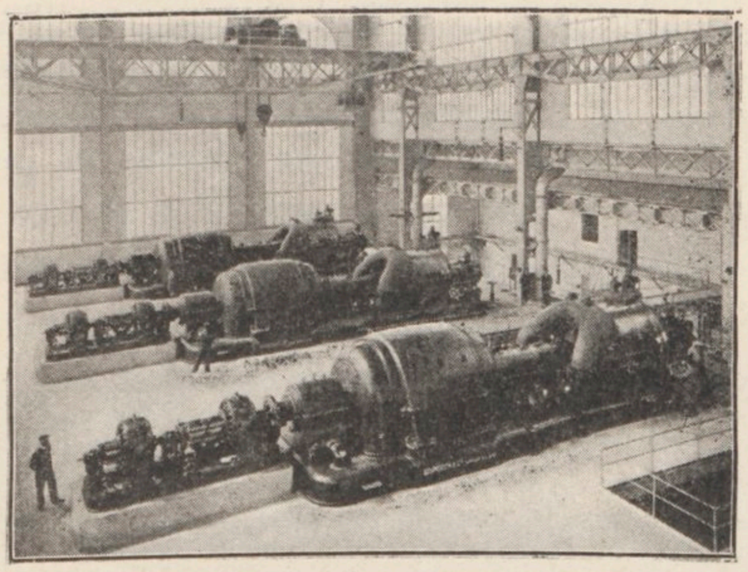

Usine de Champagne-sur-Seine

MM. Schneider et Cie ont commencé, il y a environ 35 ans, les fabrications électriques à leur usine du Creusot; leur exécution basée d'abord sur les conceptions réputées de Ganz et Thury prit rapidement son caractère propre ; de nombreuses machines datant de cette époque sont encore en fonctionnement et leur construction simple et robuste ne paraît pas archaïque au milieu d'installations modernes.

En 1902, le Service de Constructions électriques fut transporté aux Ateliers nouvellement construits de Champagne-sur-Seine, et cette transformation coïncida avec l'essor général des industries électriques : les applications de la houille blanche dans les Alpes, les sous-stations du Métropolitain, les premières centrales à groupes turbo-alternateurs et à gaz donnèrent à la jeune usine, servie par un outillage puissant, un vaste champ d'action.

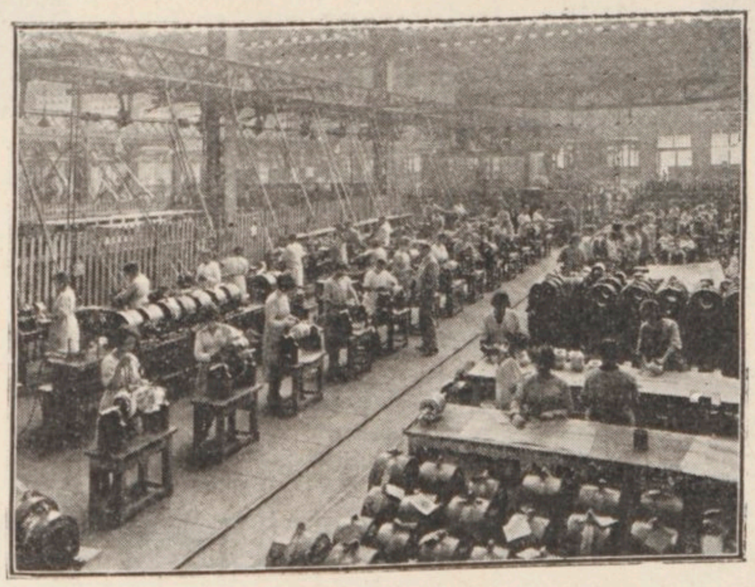


Station centrale hydro-électrique



Station centrale à vapeur

Actuellement l'usine de Champagne-sur-Seine exécute le matériel électrique de moyenne et grande puissance : moteurs de laminoir jusqu'à 20 000 chevaux ; turbo-alternateurs de 50 000 chevaux (quatre actuellement en construction) ; alternateurs jusqu'à 6 000 chevaux actionnés par moteurs à gaz ; commutatrices jusqu'à 3 000 kilowatts, pour les réseaux de distribution et de traction ; moteurs synchrones pour commande de compresseurs et relèvement du facteur de puissance ; machines d'extraction de toutes puissances ; locomotives électriques et pétroléo-électriques ; ponts roulants, grues, cabestans, etc. La puissance totale de production annuelle de l'usine est d'environ : **400 000 kilowatts.**



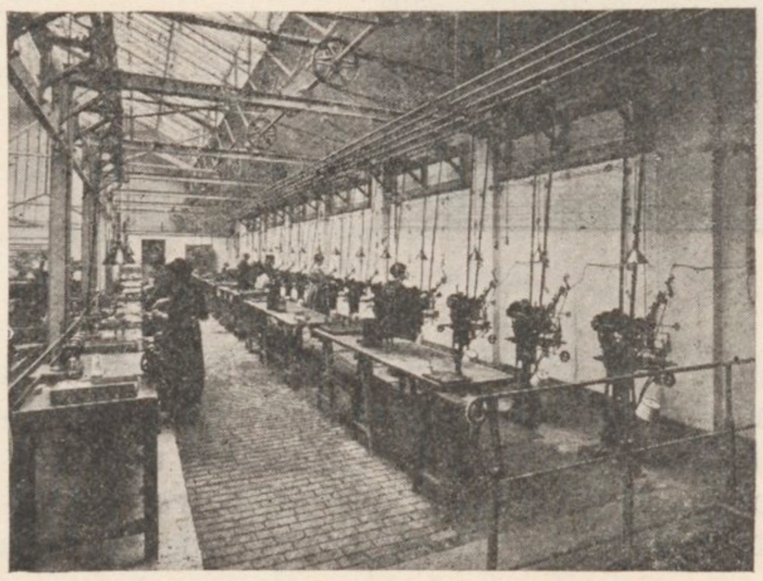
Usine de la Londe-les-Maures. — Petits moteurs en grande série.

Dès la cessation des hostilités, MM. Schneider et Cie ont adapté à la fabrication du petit matériel électrique leurs anciennes usines d'artillerie d'Harfleur et de la Londe-les-Maures ; la transformation fut particulièrement rapide et, actuellement, la construction complète des petits moteurs jusqu'à 25 chevaux est répartie entre ces deux usines dont la production annuelle peut atteindre environ : **20 000 moteurs** En outre, l'usine de la Londe-les-Maures construit en grande série de petits transformateurs à consommation extra-réduite; plusieurs milliers sont actuellement en exécution pour une grande société de distribution.

La variété des constructions de MM. Schneider et Cie et les puissants moyens dont ils disposent dans les domaines de la Métallurgie et de la Mécanique leur permettent de résoudre, sans difficulté, tout problème de production et d'application de l'électricité.

# COMPTEURS "BT"

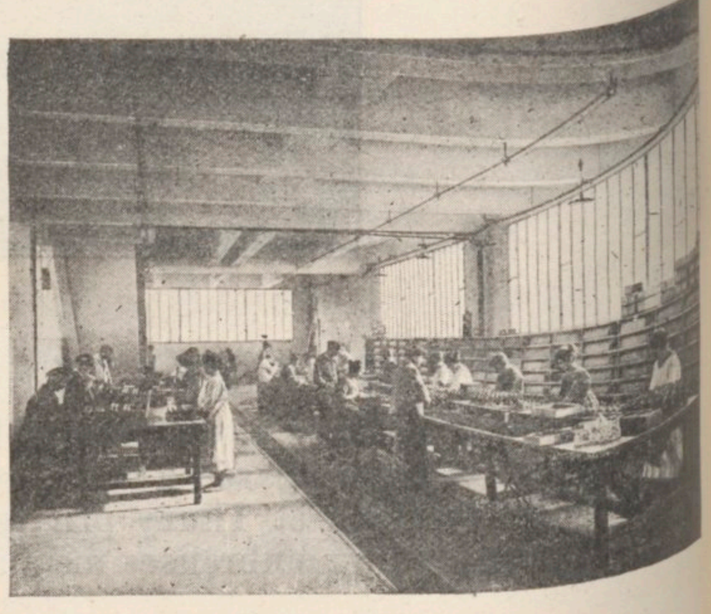
**Brevetés S. G. D. G. — Approuvés par l'État**



Atelier de Bobinage

Spécialisée depuis 1902, date de sa fondation, dans la fabrication du compteur d'induction la **Compagnie de Construction électrique** occupait alors des ateliers d'une superficie de 360 m² et produisait annuellement 1 500 appareils.

L'extension sans cesse croissante des distributions d'énergie électrique autant que la réputation acquise auprès des divers secteurs parisiens et des principales stations de province ont créé à la **Compagnie de Construction électrique** l'obligation constante d'accroître ses moyens de production. — Ses ateliers couvrent aujourd'hui une superficie de 7 000 m²; et le nombre d'appareils en service dépasse un million.



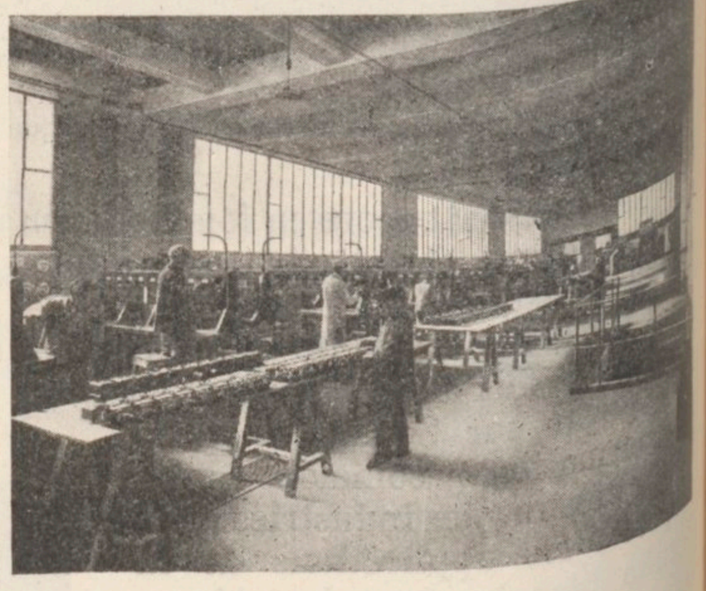
Un des Ateliers de Montage.

L'importance de son outillage a permis à la **Compagnie de Construction électrique** d'établir et produire en série les appareils nécessaires à tous les modes de tarification actuellement usités pour la mesure de l'énergie électrique sur courants alternatifs.

Outre les compteurs de modèles récents pour courants monophasés et polyphasés dont la production est considérable, les appareils de fabrication courante sont les suivants :

Transformateurs de mesure, Limiteurs d'intensité, Compteurs d'énergie réactive, Compteurs horaires, Compteurs à dépassement, Compteurs à tarifs multiples, Indicateur de puissance maximum, Enregistreur de consommation pour transformateurs, etc., etc.

Atelier des Presses.



Une des Salles d'Étalonnage.

UNIS FRANCE

## COMPAGNIE DE CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

Société anonyme au Capital de 1 500 000 francs

Adresse télégraphique : COMPTEURS-ISSY-LES-MOULINEAUX

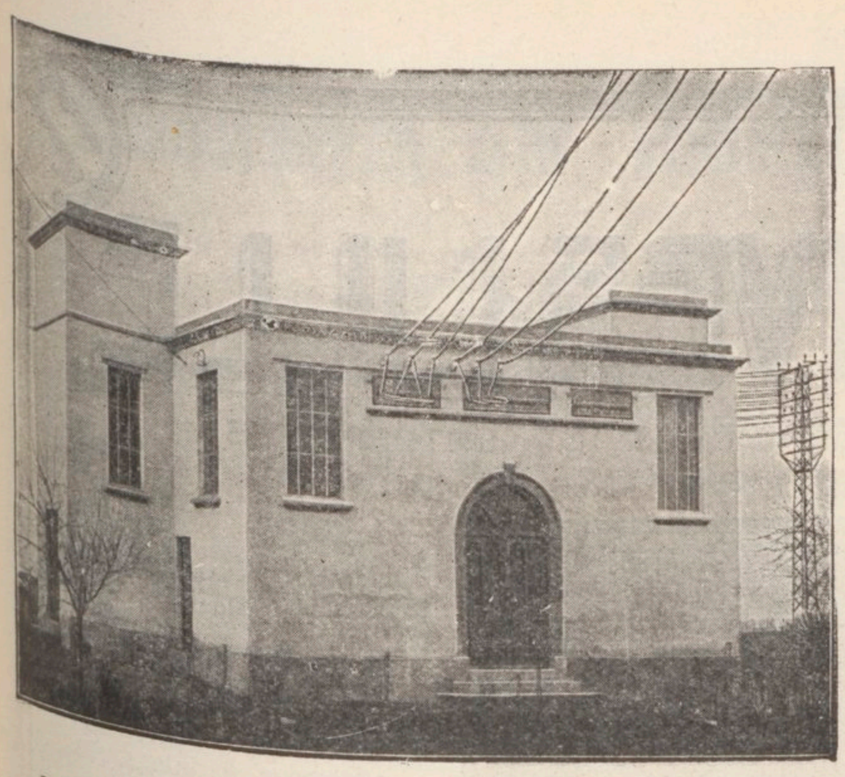
**44, Rue du Docteur-Lombard, 44**

ISSY-LES-MOULINEAUX (*Seine*)

Téléphone : SAXE 04-39

# SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

LYON



Poste de transformation de 2000 kw, 26000/550 volts

La Société de Construction électrique, dont le siège social est 67, rue Molière, à LYON, a été fondée en 1899.

Cette Société, qui s'est principalement spécialisée dans l'entreprise générale des installations électriques, a pris, rapidement, ces dernières années, un développement des plus sûrs et des plus importants. C'est ainsi qu'elle a été amenée à collaborer, pour une bonne part, à la reconstruction électrique des régions envahies.

Pour donner une idée de son activité, nous dirons qu'elle effectue, en ce moment, des travaux intéressants :

1°) *En équipements de centrales :* Centrale des Mines de l'Escarpelle, 12000 kw; centrale de la Cie Houillère de Bessèges, 10000 kw; centrale des Forges et Aciéries de St-Étienne, 10000 ampères, etc.

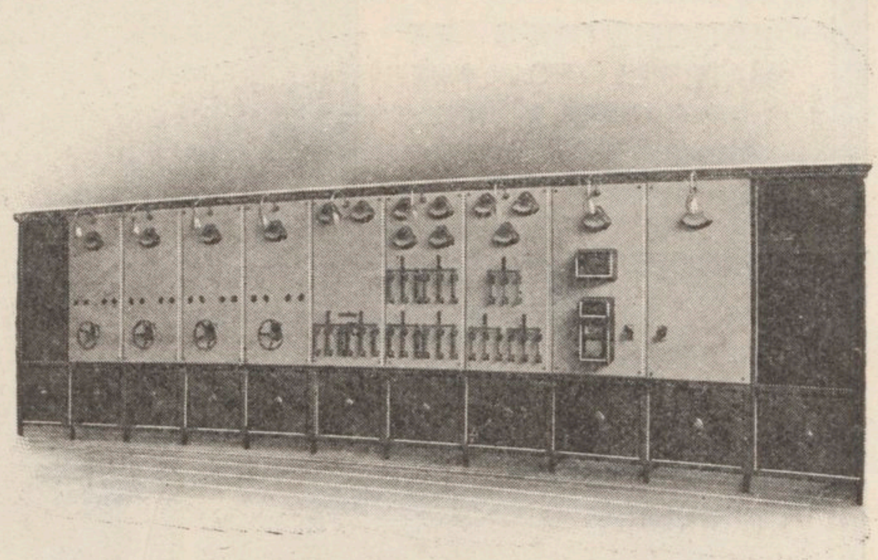
2°) *En lignes haute et basse tension :* ligne 45000 volts pour la Cie des Bourbonnais; lignes 30000 volts pour les Houillères de Ronchamp; lignes haute et basse tension des secteurs de la Lanterne, Condrecourt, etc.

3°) *En sous-stations de transformation :* poste de Bazancourt semi-aérien, 45000/15000 volts, 6000 kw; poste de Pont-de-Claix 26000/550 volts, 2000 kw, etc.

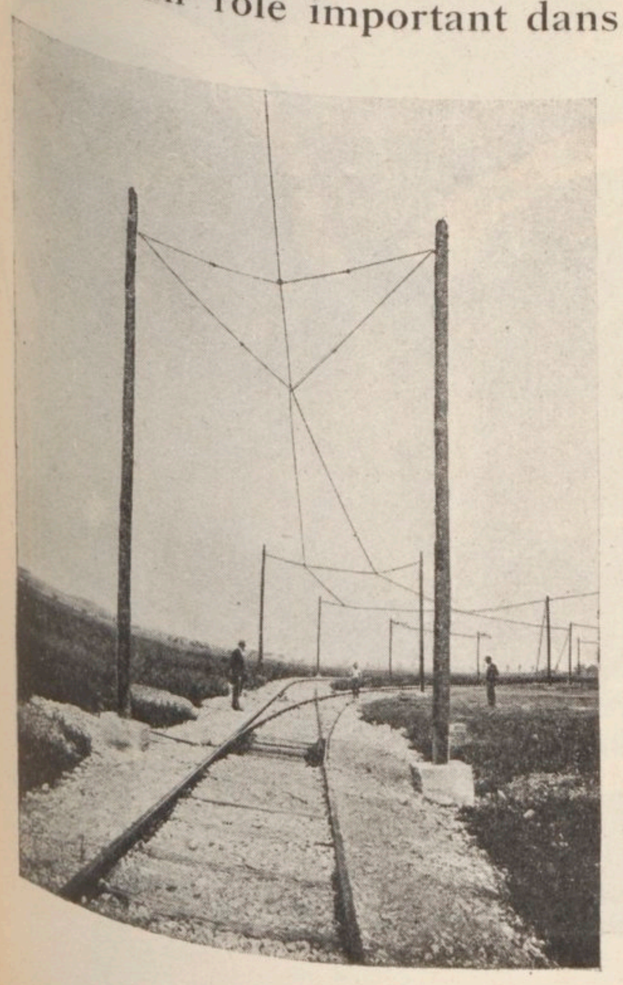
4°) *En électrification complète d'usines :* Usines du Tilleul à Maubeuge appartenant à la Cie Française du Matériel de Chemins de fer; Usines de Noyelles-Godault de la Société minière et métallurgique de Pénarroya; Usines des Établissements Kuhlmann à Marseille; Câbleries et Tréfileries de Bourg; Magasins et Entrepôts Descours et Cabaud à Vénissieux, etc.

5°) *Elle électrifie* les villages de Hénin-Liétard, Billy-Montigny, etc... dans le Nord et toute une région de l'Est, etc.

Elle s'est également spécialisée dans les questions d'aménagements électriques des réseaux de tramways puisqu'elle a électrifié les lignes de tramways de Marseille, Roanne, Lyon, Oran, Dijon, etc.



Enfin, la Société de Construction électrique se prépare à jouer un rôle important dans l'*électrification des chemins de fer.*



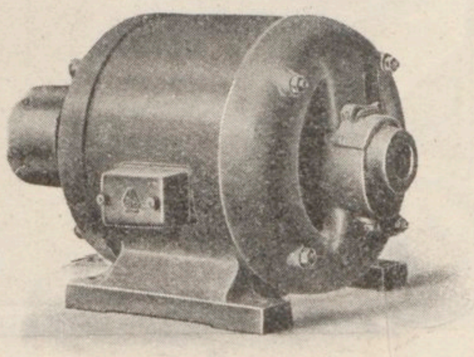
Les *Bureaux d'Etudes,* qui ont pris un beau développement et qui comprennent un personnel de tout premier ordre, sont à Lyon.

Elle a des *bureaux ou des agences* à Paris, St-Étienne, Lille, Nantes, Bordeaux, Marseille, Strasbourg, Oran et Barcelone.

La Société de Construction électrique s'est également spécialisée dans la question, si à l'ordre du jour, des protections, contre les surtensions, des centrales, des réseaux et des postes par les appareils « système Capart ».

Cette Société effectue le montage de tous ses tableaux, pupitres, etc... dans son *usine de la rue Racine, à Villeurbanne.*

Dans cette même usine, installée d'une façon tout à fait moderne, elle construit également des moteurs à courant alternatif; moteurs mono, di et triphasés, moteurs à réducteur, moteurs à deux vitesses, moteurs pour métiers à tisser, groupes moto-pompes, sirènes électriques, etc, ainsi que l'appareillage correspondant.



Cette société occupe à l'heure actuelle une des meilleures places dans le monde des entrepreneurs d'installations électriques.

# COMPAGNIE DE FIVES-LILLE

POUR CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES ET ENTREPRISES

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 31.000.000 Frs.

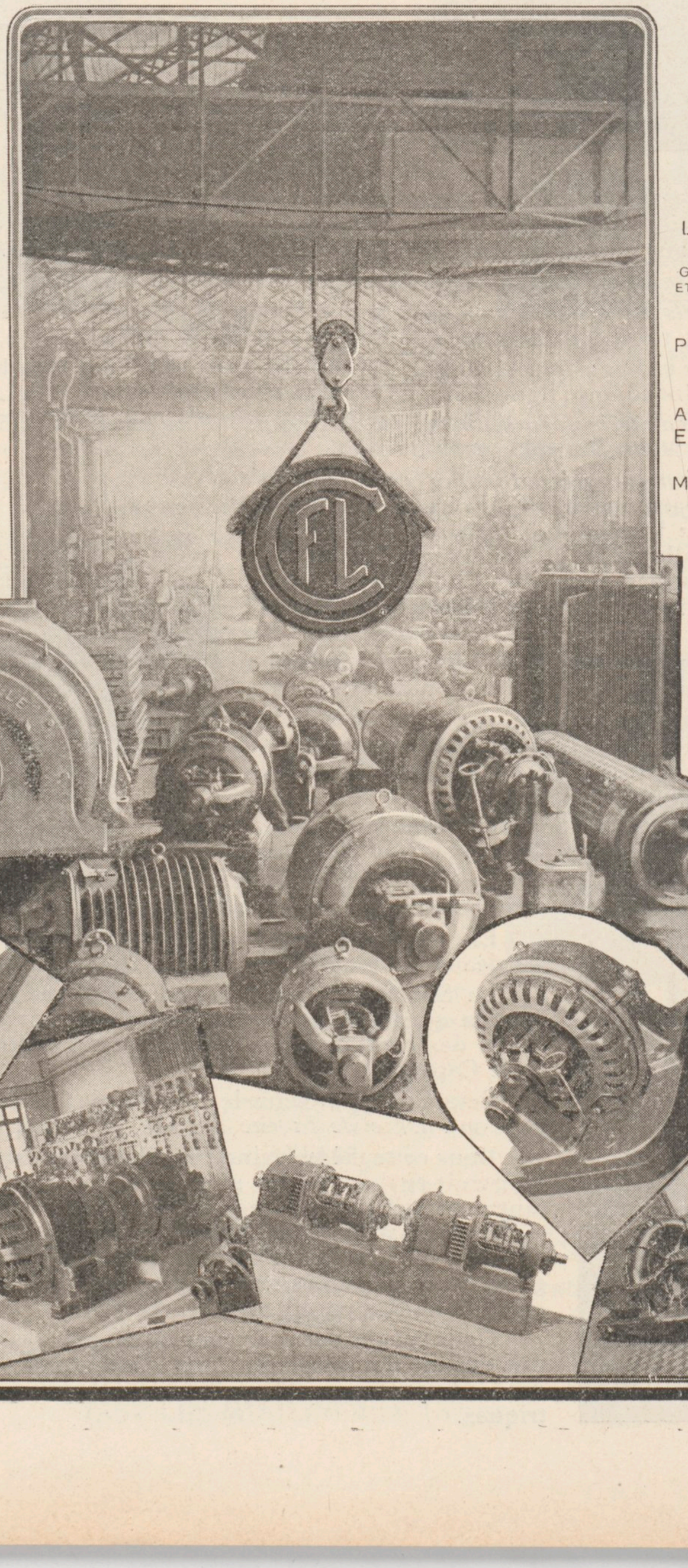
SIÈGE SOCIAL
ET ADMINISTRATION
7, Rue Montalivet PARIS (8e)

MACHINES ÉLECTRIQUES
POUR TOUTES APPLICATIONS

INSTALLATIONS COMPLÈTES DE
SUCRERIES DE CANNES
ET DE BETTERAVES
RAFFINERIES, DISTILLERIES
BRASSERIES, MALTERIES

STATIONS CENTRALES
COMPLÈTES
GROUPES CONVERTISSEURS
INSTALLATIONS
DE SIÈGES D'EXTRACTION
LAMINOIRS

LOCOMOTIVES ET
MATÉRIEL ROULANT
POUR CHEMIN DE FER
WAGONS,
POMPES DIVERSES




ATELIERS
A
FIVES-LILLE (NORD)
ET A
GIVORS (RHONE)

TURBINES A VAPEUR
MACHINES ÉLÉVATOIRES
APPAREILS HYDRAULIQUES

MATÉRIEL DE MINES
LAVAGE DE CHARBONS

GÉNÉRATEURS SEMI-TUBULAIRES
ET CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES
STIRLING

PONTS ET CHARPENTES
MÉTALLIQUES

APPAREILS DE LEVAGE
ET DE MANUTENTION

MATÉRIEL D'ARTILLERIE
(GUERRE ET MARINE)
AFFUTS, TOURELLES

# Etablissements Industriels de E. C. GRAMMONT et de Alexandre GRAMMONT

**Société anonyme au Capital de 30 Millions de Francs**

**10, Rue d'Uzès à PARIS**

---

Les Etablissements Grammont furent fondés en 1849, à Pont-de-Chéruy (Isère), par M. E.-C. Grammont.

A ses débuts, M. E.-C. Grammont s'occupa de la fabrication des fils d'acier pour aiguilles, du laminage d'acier pour cercles de crinolines et baleines de parapluies.

A cette petite tréfilerie fut annexé un atelier de laminage du laiton pour bijouterie, de l'or et de l'argent faux pour les ornements d'église et les fabriques de boutons.

Pour répondre aux besoins du marché, M. E.-C. Grammont ajouta à ses fabrications, le laminage du paillon en cuivre argenté et la tréfilerie du trait d'or et d'argent; jusqu'en 1881, ce furent les articles de tréfilerie et de laminage qui occupèrent l'activité de la Maison Grammont.

Vers cette époque, l'Exposition universelle de Paris révéla les premières applications de l'Electricité.

M. Alexandre Grammont, collaborateur, puis successeur de son père, pressentant l'avenir réservé à cette nouvelle branche industrielle, n'hésita pas à orienter la plus grande partie de ses efforts vers l'Electricité.

Il devint rapidement un des fabricants les plus réputés et les plus importants de conducteurs électriques: fils et câbles nus pour transmissions d'énergie, fils spéciaux pour les téléphones et télégraphes, fils émaillés, bronze siliceux, téléphonique, fils trolleys, fils et câbles isolés de toute nature, câbles armés, etc, etc.

Une Usine spéciale pour la fabrication des câbles télégraphiques sous-marins fut créée à Saint-Tropez (Var).

Aujourd'hui, les fils et câbles électriques Grammont sont universellement connus et réputés, les Etablissements Grammont ayant toujours été à la tête du progrès pour ces fabrications délicates.

La construction des moteurs et dynamos attira peu à peu l'attention de M. A. Grammont qui entreprit ce genre de fabrication en 1891 des récompenses à l'Exposition de Lyon (1894) et à l'Exposition de Paris (1900) vinrent couronner ses efforts.

L'importance acquise par cette branche nécessita la création d'une usine spéciale qui fut édifiée à Lyon, 220, route d'Heyrieux, et la Société des Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné, dont nous parlons plus loin, fut créée en 1919 pour permettre un développement rationnel du département des machines électriques.

Les manipulations du caoutchouc et de la gutta-percha nécessaires à l'isolement des conducteurs électriques amenèrent les Etablissements Grammont à annexer à leur fabrication de câbles un atelier destiné aux applications industrielles du caoutchouc.

Enfin, les Etablissements Grammont fabriquent également une lampe à incandescence à filament métallique : La Lampe Fotos, mono et demi-watt de plus en plus répandue.

Pendant la Guerre, les Etablissements Grammont transformèrent leurs fabrications et s'occupèrent presque exclusivement des fournitures nécessaires à la Défense nationale : munitions, matériel de guerre télégraphique et téléphonique, matériel électrique, etc.

Depuis l'Armistice, les Etablissements Grammont ont continué leur effort industriel ; ils ont créé une usine spéciale pour la fabrication des câbles armés pour hautes tensions et pour la fabrication des câbles téléphoniques et télégraphiques. Cette usine est puissamment outillée pour fabriquer les câbles spéciaux prévus dans la construction des liaisons téléphoniques à longue distance.

Un atelier spécial pour la fabrication des fils émaillés (dont l'emploi se développe de plus en plus pour la construction des bobinages électriques) a été aménagé à la plaine Chavanoz.

Les Ateliers de Tréfilerie et de Cablage, déjà fort développés pendant la Guerre, ont été considérablement augmentés et permettent d'assurer la fabrication, dans les meilleures conditions possibles des fils et câbles, cuivre nu, aluminium, employés pour la transmission de l'énergie électrique.

La Société des Etablissements Grammont, amenée pendant la Guerre à produire le laiton nécessaire à la fabrication des douilles d'obus, de cartouches et le laiton pour les fusées, est outillée pour livrer rapidement et dans les meilleures conditions, les planches, fils, bandes, barres en laiton, etc.

Durant les dernières années, l'outillage de fabrication des lampes électriques a été également modernisé dans l'usine spéciale située à Lyon-Croix-Rousse, et les lampes Fotos fabriquées par les Etablissements Grammont, peuvent rivaliser avec les meilleures marques, comme qualité et comme prix.

L'importance des fabrications des Etablissements Grammont a nécessité une organisation commerciale en rapport. C'est ainsi que des Agences avec Magasins de vente et Dépôts de marchandises ont été créées ou développées dans les villes de Paris, Lyon, Grenoble, Marseille, Toulouse, Bordeaux, Nantes, Lille, Limoges, Nancy, Alger, Tunis.

Ces agences sont communes aux Etablissements Grammont et à leurs filiales dont nous parlons plus loin Elles s'occupent en même temps de la vente du Matériel des Etablissements Grammont et des Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné ainsi que de celui de la Société des Porcelaines et Appareillages électriques Grammont.

Enfin, il a été créé un service spécial de vente pour l'exportation des divers produits fabriqués par les Usines du Groupe Grammont, et des représentants établis dans les divers pays permettent désormais de répandre dans le monde entier la marque Grammont déjà si avantageusement connue en France et dans les Colonies.

# Ateliers de constructions Électriques de Lyon et du Dauphiné

## Matériel Électrique Grammont
## Appareillage Électrique Maljournal et Bourron

**Capital social : 18 Millions de Francs**

**10, Rue d'Uzès à PARIS**

---

Lorsqu'en 1915, les Établissements Grammont prirent la décision de construire à Lyon une puissante usine pour la construction du matériel électrique, ils étaient poussés dans cette voie par les projets d'électrification si importante de la Région alpestre et de la Région lyonnaise, projets que les besoins de la Défense nationale faisaient passer au premier plan des préoccupations du moment.

Pour donner une impulsion plus active à cette branche, les Etablissements Grammont décidèrent de créer, en 1919, une Société spéciale dénommée : « Société des Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné ». Ils surent intéresser à la réalisation de leurs projets, des Industriels et des Financiers placés à la tête des affaires de la Région grenobloise. Les résultats de cette collaboration ne se firent point attendre et les Usines situées à Lyon, 220, route d'Heyrieux, prirent rapidement un développement intense.

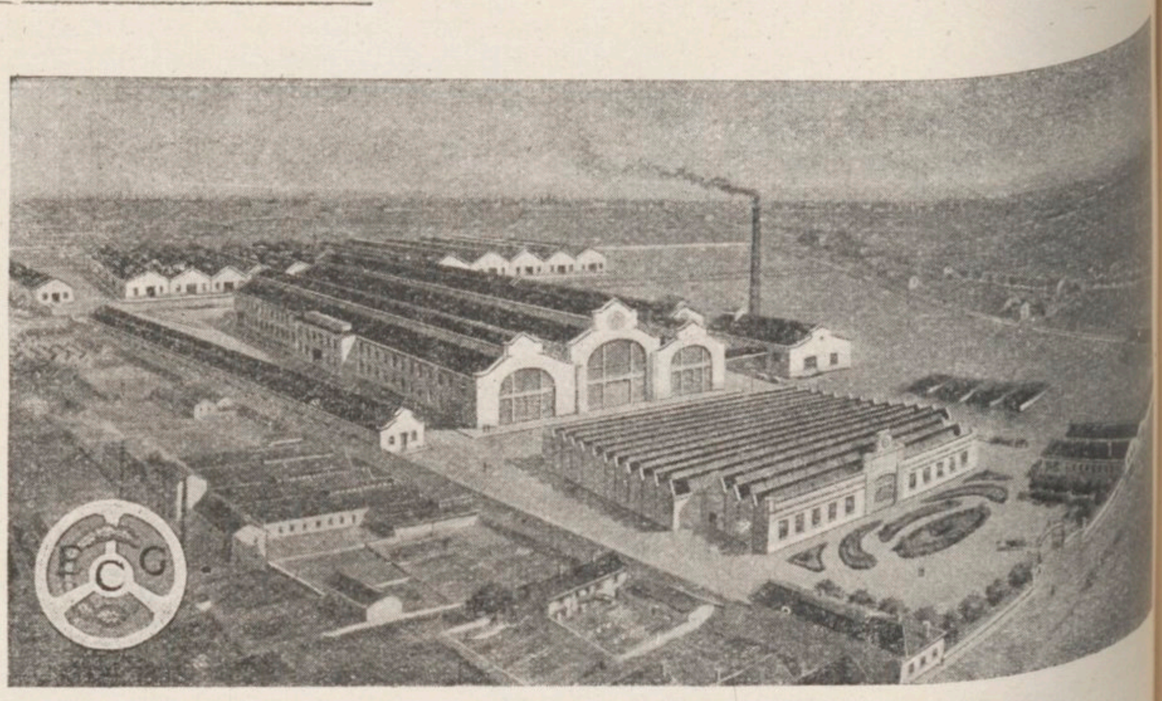


Fig. 1. — Vue générale des Usines.

Le Capital initial de la Société avait été fixé à 6 millions de francs ; mais l'extension rapide du chiffre d'affaires nécessita l'émission de 8 millions d'obligations, puis, le capital fut porté à 10 millions de francs.

Cette Société a pris possession des Usines construites par les Etablissements Grammont comprenant des terrains d'une superficie de 70 000 m² dont plus de 20 000 m² couverts. Ces Usines sont reliées au réseau des Chemins de fer du P.-L.-M. par un embranchement particulier. Plus de mille ouvriers sont normalement occupés dans ces Ateliers qui nécessitent une puissance motrice dépassant 900 chevaux. Les fabrications ont été divisées en deux parties distinctes : L'une concernant le petit matériel fabriqué en grande série, est installé dans un atelier de 3 500 m² où toutes les machines-outils appartiennent aux types les plus perfectionnés et les plus modernes. L'installation de la plate-forme d'essais avec ses bancs multiples permet d'effectuer journellement et avec tous les soins nécessaires, les essais de 50 machines terminées.

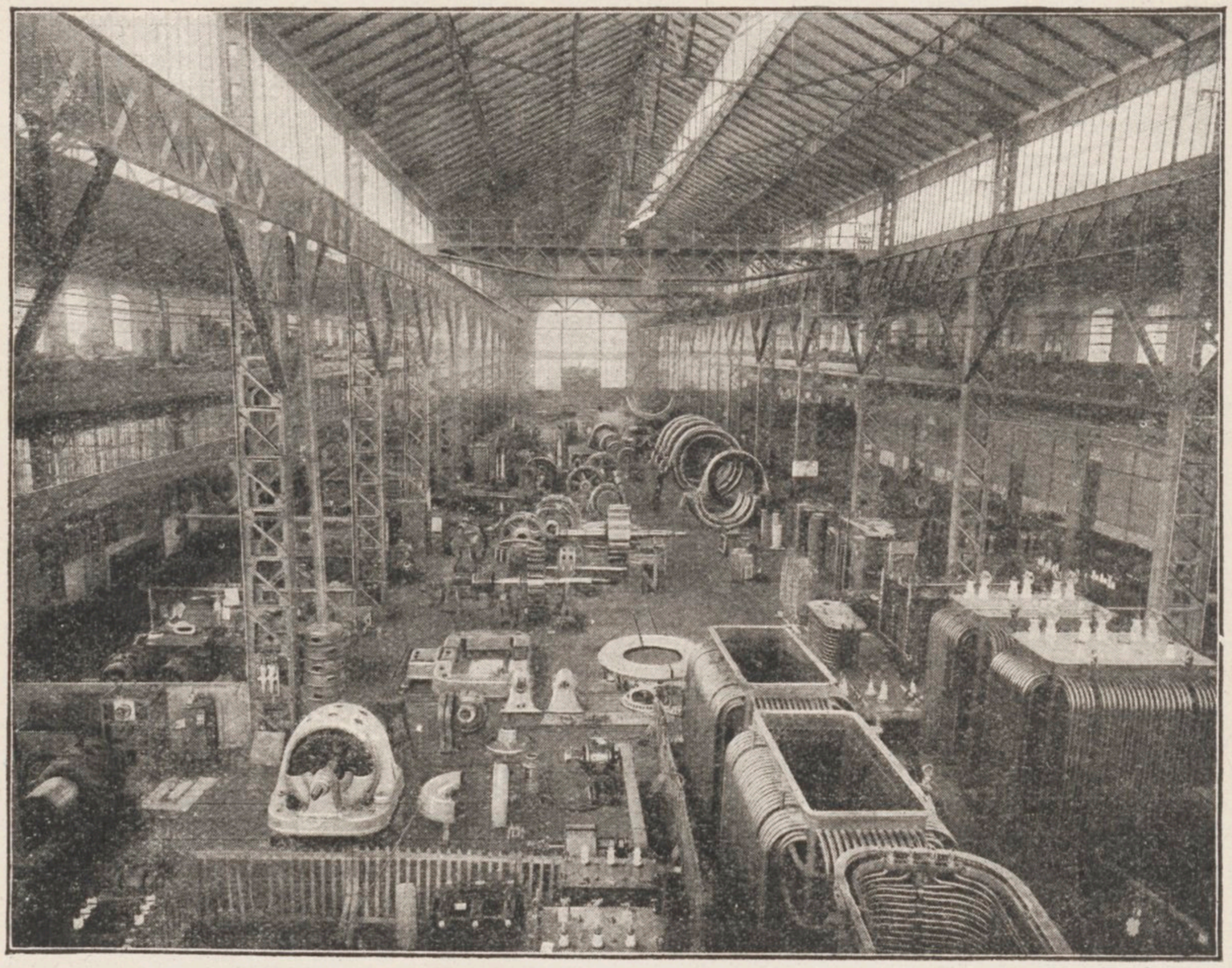


Fig. 2. — Atelier de montage du gros matériel tournant et de transformateurs de grande puissance.

Le gros matériel tournant, les transformateurs, sont construits dans un atelier de 120 mètres de long, 40 mètres de largeur et 13 mètres de haut, avec galeries et sous-sol. Cet atelier est muni de ponts-roulants puissants permettant la manutention rapide des pièces dans toutes ses parties.

L'outillage est prévu pour l'usinage des plus grosses pièces et dispose de tours verticaux et horizontaux de grandes dimensions, de raboteuses à très grande course, de presses à découper de 200 tonnes, etc. Le montage est assuré sur une plate-forme spéciale de 100 m² de superficie qui permet l'usinage de très grosses pièces au moyen de machines-outils

mobiles. En outre, l'atelier de gros matériel possède une plate-forme d'essai munie d'appareils très perfectionnés et très puissants parmi lesquels nous citerons un transformateur de 350 kv-a pouvant élever la tension jusqu'à 350 000 volts.

Les installations de la Société comprennent en outre dans l'Usine ou à proximité: une Ecole d'Apprentis, une Infirmerie, un Restaurant pour les employés, des Terrains de Jeux, etc...

Le matériel fabriqué dans les Usines de la Société des Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné comprend les appareils destinés à toutes les applications industrielles de l'Energie électrique, c'est-à-dire: les générateurs d'électricité, les transformateurs, moteurs et appareillage correspondant.

La Société de Lyon-Dauphiné s'est spécialisée tout particulièrement dans la construction des transformateurs et possède, à l'heure actuelle, un nombre considérable de ces appareils en service pour les usages les plus divers, depuis les transformateurs pour appareils de mesure jusqu'aux transformateurs d'électrochimie à basse tension et à intensité atteignant jusqu'à 25 000 ampères, et aux transformateurs de distribution d'énergie pour des puissances de 5 000 kv-a et 65 000 volts (Mines de la Houve, Electricité de Strasbourg, Force et Lumière à Grenoble, Forces motrices du Rhone, etc., etc.).

Les Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné sont spécialisés également comme fournisseurs de l'Industrie métallurgique et minière; ils ont fourni entre autres plusieurs moteurs de laminoirs de 1 000 à 1 500 chevaux aux Etablissements Grammont, à Pont-de-Chéruy, à la Société Métallurgique de la Loire à Saint-Etienne, à la Sociétédes Mines de la Loire à Saint-Etienne. — Répondant aux désirs formulés par les Secteurs, les Ateliers de Lyon et du Dauphiné ont créé une série de condensateurs synchrones démarrant sous charge avec autotransformateur.

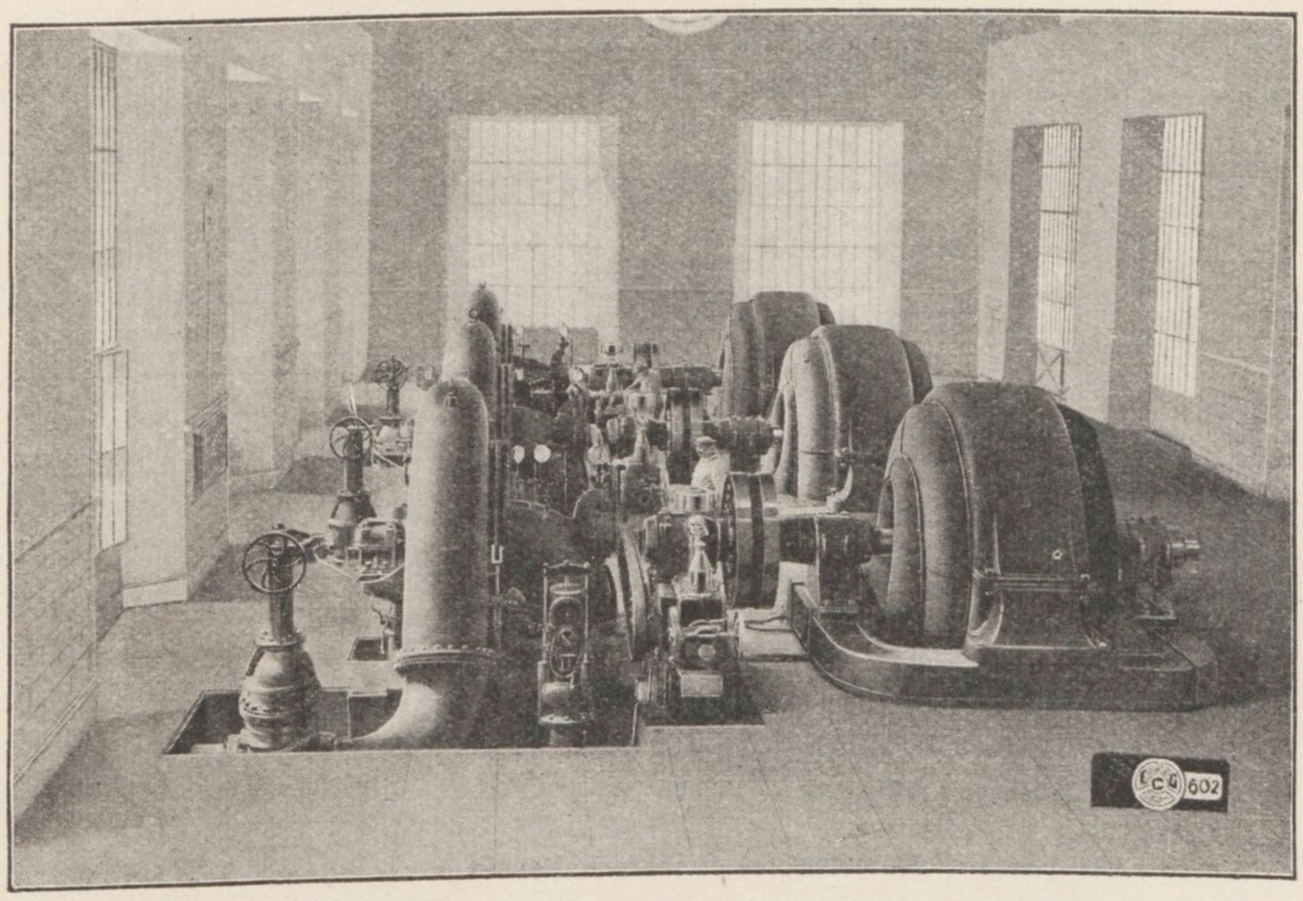


Fig. 3. — Centrale hydraulique du Bés, à St-Chély-d'Apcher. 3 alternateurs 4 000k-va, 8 200 volts, 600 t/mn.

Du fait de sa situation à proximité de la région des Alpes où l'Industrie papetière est très développée, la Société a fourni un nombreux matériel aux Papeteries et, en particulier aux Papeteries Bergès, à Persan-Beaumont.

De nombreuses installations réalisées par les Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné existent maintenant en France et nous pouvons indiquer parmi celles-ci: la Centrale de Saint-Chély-d'Apcher (Société Firminy) où se trouvent installés trois alternateurs de 4 000 kv-a, avec transformateurs élévateurs jusqu'à 30 000 volts, transformateurs abaisseurs et transformateurs spéciaux pour alimentation de fours électriques. Parmi les installations récentes, nous citerons l'Usine du Drac-Romanche avec cinq alternateurs de 2 800 kv-a, 5 500 volts, 300 tours par minute.

Dans le but de compléter leurs moyens de production d'appareillage, les Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné ont absorbé récemment les Etablissements Maljournal et Bourron, universellement connus comme constructeurs d'appareillage haute et basse tension.

Les Etablissements Maljournal et Bourron possèdent une magnifique usine construite pendant la guerre: 160, route d'Heyrieux à Lyon, dont les moyens modernes de production viennent renforcer la puissance des Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné.

Le capital de la Société des Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné vient d'être porté à 18 millions de francs.

Ses moyens d'action lui permettent de construire et d'équiper entièrement, avec le matériel de sa construction les centrales électriques et les postes de transformation les plus importants.

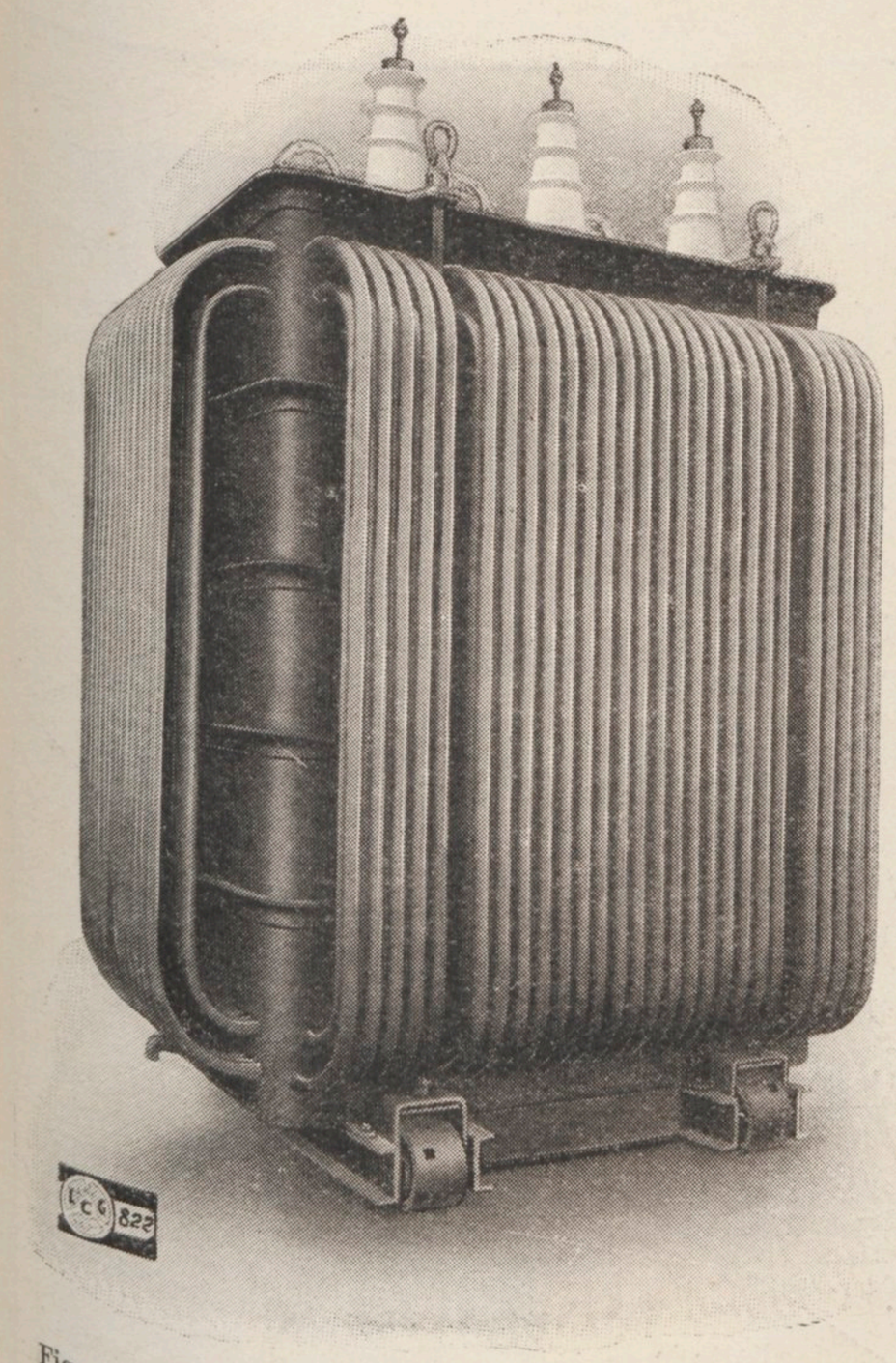


Fig. 4 — Transformateur triphasé à refroidissement naturel, 2 000 kv-a. 4 000/1000 volts.

# Société de Porcelaines et Appareillages électriques Grammont

**Société anonyme au Capital de 5 Millions de Francs**

**Siège social : 10, Rue d'Uzès à PARIS**

---

La Société des Porcelaines et Appareillages électriques Grammont fut fondée en 1914, par M. François Grammont.

Elle eut pour objet primitif la fabrication des porcelaines électrotechniques, puis ensuite celle de l'appareillage électrique et la téléphonie.

Sa première usine de porcelaines fut celle de Saint-Léonard près Limoges et ensuite, afin d'étendre ses moyens d'action, la Société se rendit acquéreur de l'Usine de Beaublanc, à Limoges.

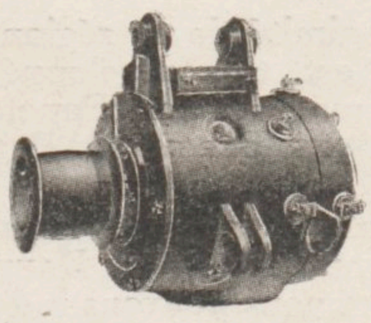
Plus récemment, en 1921, la Société des Porcelaines et Appareillages électriques Grammont a repris les Etablissements Radiguet dont l'"usine se trouve également à Limoges et est tout spécialement équipée pour la fabrication de la porcelaine haute tension. Cette Usine possède un laboratoire d'essais à 250 000 volts.

En 1917, la Société des Porcelaines et Appareillages électriques Grammont s'était également rendue acquéreur de la Fabrique d'Appareils téléphoniques « Eurieult », dont la réputation n'est plus à faire sur le marché.

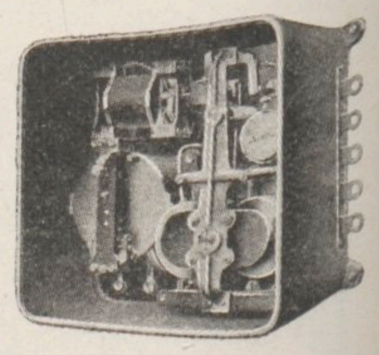
Cette fabrication qui comportait seulement au début les appareils de réseau, a été étendue depuis peu à tous les appareils de téléphonie privée et aux standards.

Tout le matériel de téléphonie est fabriqué à Paris, 41 et 43; rue Cantagrel, dans les Usines « Eurieult », agrandies par la construction récente de nouveaux bâtiments qui ont permis de doubler la superficie des Usines anciennes et d'obtenir une production triple.

On le voit, la Société des Porcelaines et Appareillages électriques Grammont est outillée pour fournir toute la porcelaine haute et basse tension ; elle est en mesure de répondre à toutes les exigences de la clientèle pour ces diverses fabrications, et notamment elle vient de lancer avec succès ses chaînes d'isolateurs pour lignes à 120 000 et 150 000 volts, lesquelles ont été entièrement étudiées et réalisées dans les Usines de Limoges.

Dynamo blindée

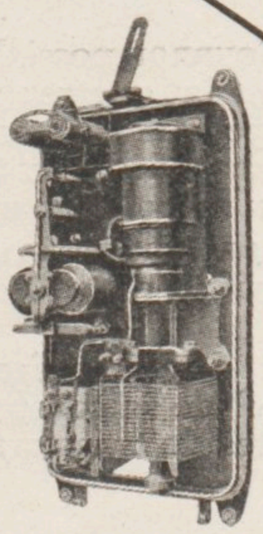


Régulateur Tirril

L'ÉCLAIRAGE
des
VÉHICULES sur RAIL
(É. V. R.)
Société anonyme au Capital de 1 000 000 Fr.
22, Rue de l'Arcade, PARIS (8e)

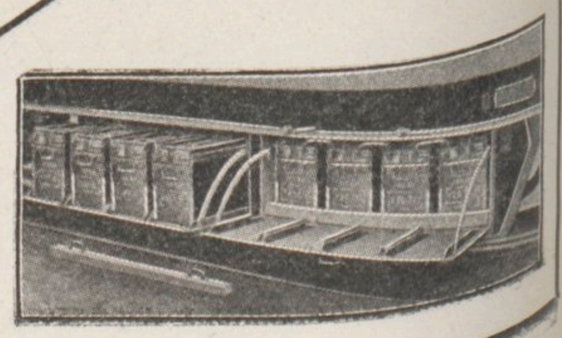
ENTREPRISE GÉNÉRALE D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
de Voitures de Chemins de Fer

FOURNITURE, MONTAGE & ENTRETIEN
DES DYNAMOS, ACCUMULATEURS,
APPAREILS DE RÉGLAGE, LAMPES, etc.
Marque Déposée : É. V. R.



Régulateur Dick

Fournisseurs des Chemins de Fer de l'État, de l'Administration des Postes et Télégraphes, de la Compagnie des Wagons-Lits, de la Compagnie P. L. M. etc...



Batterie d'accumulateur

# *Les Ateliers Laurent Couffinhal*

## SAINT-ÉTIENNE

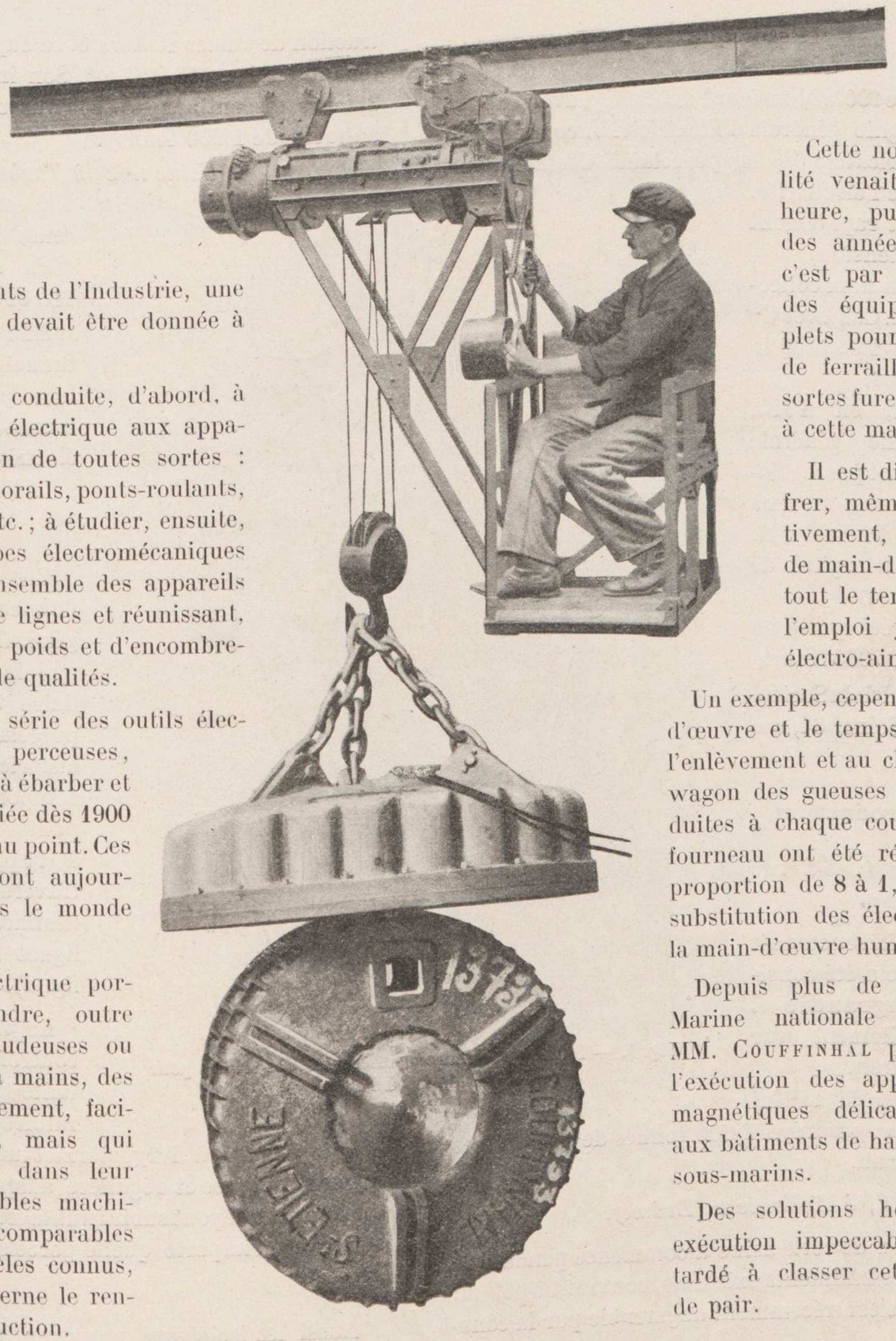
Créés en 1892, ces établissements n'ont cessé, depuis leur fondation, d'adapter leur fabrication aux progrès constants de la technique moderne.

Spécialisés, tout d'abord, dans la construction des machines dynamos électriques, MM. Couffinhal jugèrent, dès l'année 1900, que, pour répondre aux besoins toujours plus exigeants de l'Industrie, une orientation nouvelle devait être donnée à leur spécialisation.

Cette maison fut conduite, d'abord, à adapter son matériel électrique aux appareils de manutention de toutes sortes : palans, chariots-monorails, ponts-roulants, treuils, cabestans, etc. ; à étudier, ensuite, la création de groupes électromécaniques formant dans leur ensemble des appareils compacts, sobres de lignes et réunissant, sous le minimum de poids et d'encombrement, le maximum de qualités.

C'est ainsi que la série des outils électriques portatifs : perceuses, taraudeuses, meules à ébarber et à rectifier, était étudiée dès 1900 et mise rapidement au point. Ces appareils réputés sont aujourd'hui répandus dans le monde entier.

Par outillage électrique portatif, il faut entendre, outre les perceuses, taraudeuses ou meules électriques à mains, des outils mus électriquement, facilement déplaçables, mais qui forment cependant dans leur ensemble de véritables machines-outils d'atelier comparables aux meilleurs modèles connus, tant en ce qui concerne le rendement que la production.




En 1912, MM. Couffinhal abordaient la construction des électro-aimants de manutention destinés, dans leur esprit, à compléter heureusement leurs séries d'appareils de levage déjà fort appréciés de leur clientèle.

Cette nouvelle spécialité venait bien à son heure, puisqu'au cours des années de guerre, c'est par centaines que des équipements complets pour manutention de ferrailles de toutes sortes furent commandés à cette maison.

Il est difficile de chiffrer, même approximativement, les économies de main-d'œuvre et surtout le temps gagné par l'emploi judicieux des électro-aimants.

Un exemple, cependant : la main-d'œuvre et le temps nécessaires à l'enlèvement et au chargement sur wagon des gueuses de fonte produites à chaque coulée d'un haut fourneau ont été réduits dans la proportion de 8 à 1, par la simple substitution des électro-aimants à la main-d'œuvre humaine.

Depuis plus de vingt ans, la Marine nationale a recours à MM. Couffinhal pour l'étude et l'exécution des appareils électro-magnétiques délicats nécessaires aux bâtiments de haut bord et aux sous-marins.

Des solutions heureuses, une exécution impeccable n'ont pas tardé à classer cette firme hors de pair.

# Compagnie Générale d'Électro-Céramique

Société anonyme des Anciens Établissements P. Sailly, H. Caillet et Cie

AU CAPITAL DE 5 MILLIONS DE FRANCS

**64, rue Franklin, IVRY-PORT (Seine)**

## Historique.

En novembre 1903, Monsieur Paul Sailly, avec l'appui de la « Compagnie générale d'Electricité », commençait à Ivry la fabrication de la porcelaine destinée aux applications de l'électricité.

L'affaire prit rapidement une grande extension.

La Société en nom collectif, P. Sailly, H. Caillet et Cie au capital de 1 050 000 fr fut créée en 1907.

Elle devient, en 1916, la « Compagnie générale d'Electro-Céramique », Société anonyme des anciens établissements P. Sailly, H. Caillet et Cie, au capital de 3 000 000 francs.

Ce capital a été porté en mai 1920 à 5 000 000 francs.

Le Siège social de la Société est à Ivry-sur-Seine, 64, rue Franklin.

## Moyens de Production.

1° *Usine n° 1, 64, rue Franklin, à Ivry.*

L'usine primitive couvrait 4 890 m². Elle a été considérablement agrandie et s'étend actuellement sur 10 000 m² environ.

Cinq fours de 68 m³ lui permettent de produire 1 800 tonnes de porcelaines électriques par an.

2° *Usine n° 2, à Andancette (Drôme).*

L'exploitation de cette usine a commencé pendant la guerre dans des bâtiments existants, couvrant 5 000 m² environ. Elle s'est récemment augmentée par la construction de vastes ateliers et sa superficie atteint maintenant environ 15 000 m². Son installation comporte 3 fours discontinus et peut assurer une production annuelle de 1 000 tonnes.

3° *Usine n° 3, à Tarbes.*

C'est l'usine la plus récente et la plus importante.

Sa superficie est de 110 000 m².

Elle dispose d'un four tunnel continu type Dressler et peut fabriquer 2 800 tonnes de porcelaines électriques par an.

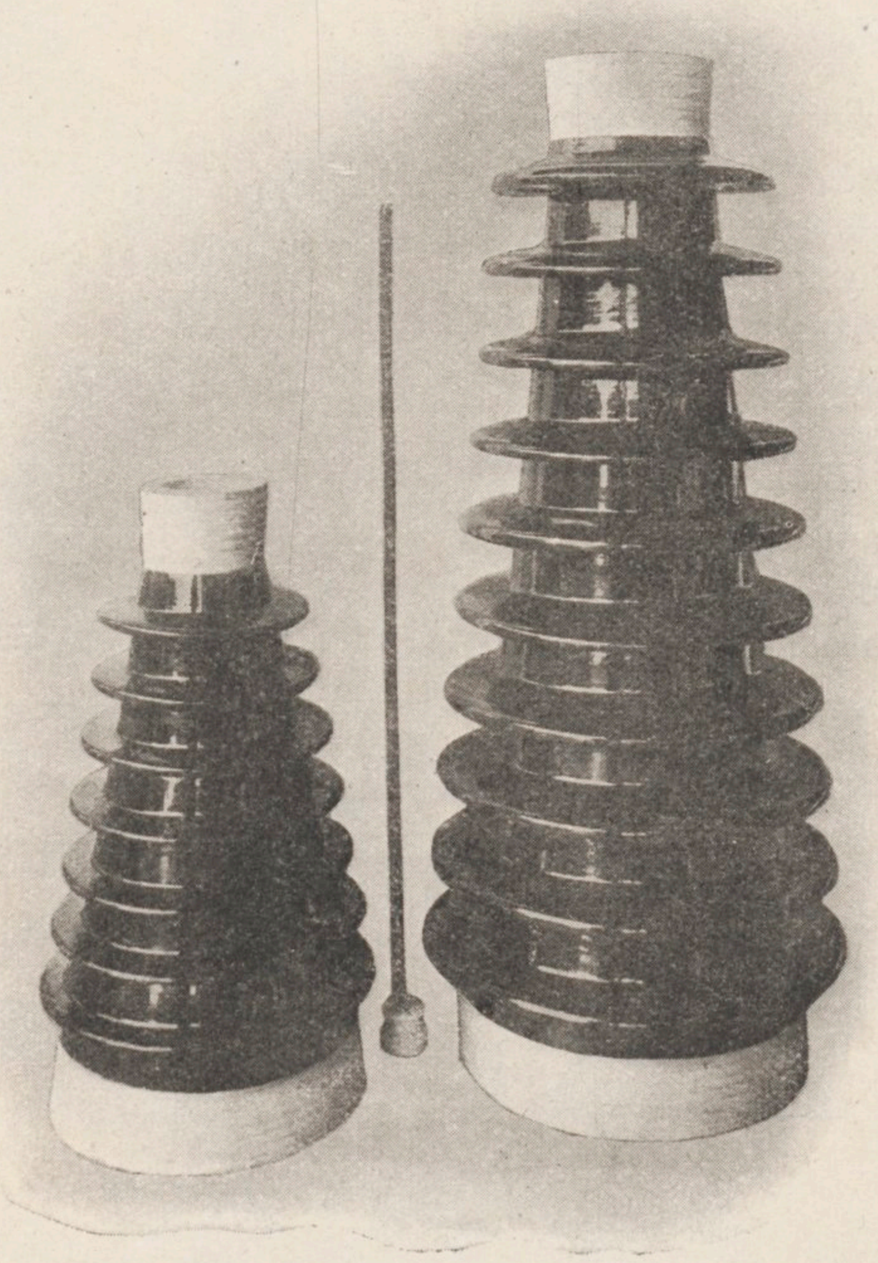


Fig. 1. — Partie supérieure et inférieure des sorties pour poste " Out-door " à 135 000 volts.

## Fabrication.

Ces différentes usines donnent à la Compagnie générale d'Electro-Céramique la possibilité de produire tous les articles en porcelaine demandés en électricité, et sa fabrication comporte aussi bien les petits articles nécessaires à l'appareillage que les traversées et isolateurs destinés à l'équipement des lignes 150 000 volts (voir fig. 1).

La préparation des pâtes, contrôlée d'une façon constante par l'important laboratoire de physique et de chimie installé à Ivry, permet une fabrication extrêmement soignée et régulière adaptée aux plus hautes tensions et qui peut subir avantageusement la comparaison avec n'importe quelle porcelaine d'origine étrangère.

Aussi les isolateurs provenant de ces ateliers et en

service depuis de nombreuses années sur des réseaux très vastes donnent entière satisfaction et rendent leur marque particulièrement recherchée.

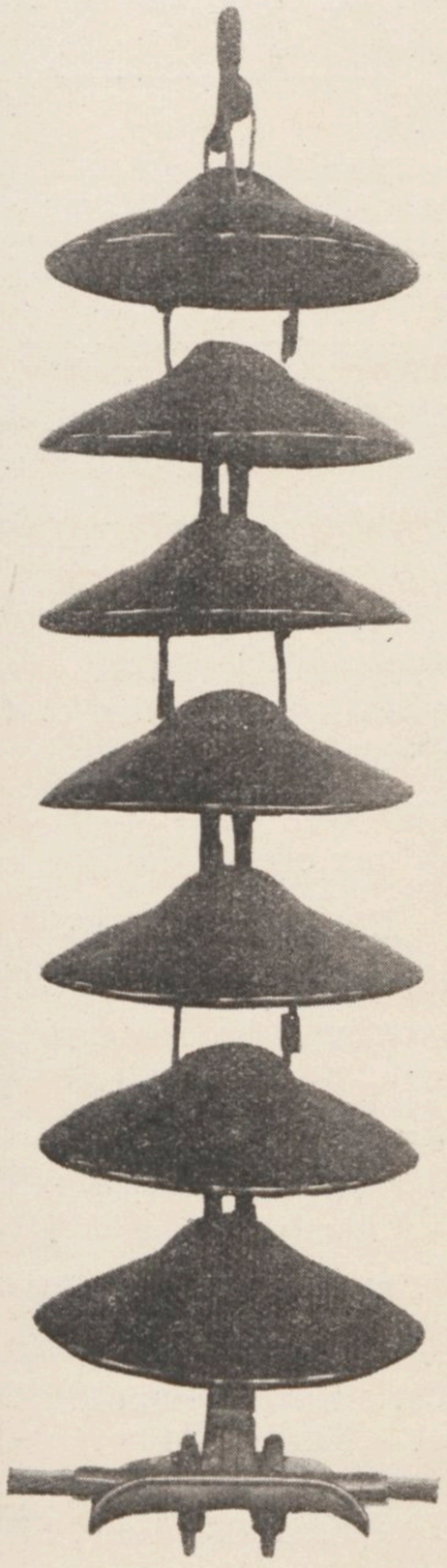
Depuis quelques années, la Compagnie générale d'Electro-Céramique étudie plus spécialement les chaînes à très haute tension. Elle est en mesure de proposer à sa clientèle trois constructions différentes :

1° Le type taupinière à conduits intérieurs (fig. 2) ;

2° Le type cape et ferrure (fig. 3);

3° Le type Jeffery-Dewitt dont elle a acquis la licence (fig. 4) pour la France et tous les pays de l'Europe occidentale.

De très importantes commandes lui ont déjà été confiées, entre autres l'équipement du réseau des Chemins de fer du Midi.



**Chaines d'Isolateurs**

Fig. 2. — Type taupinière à conduits intérieurs.

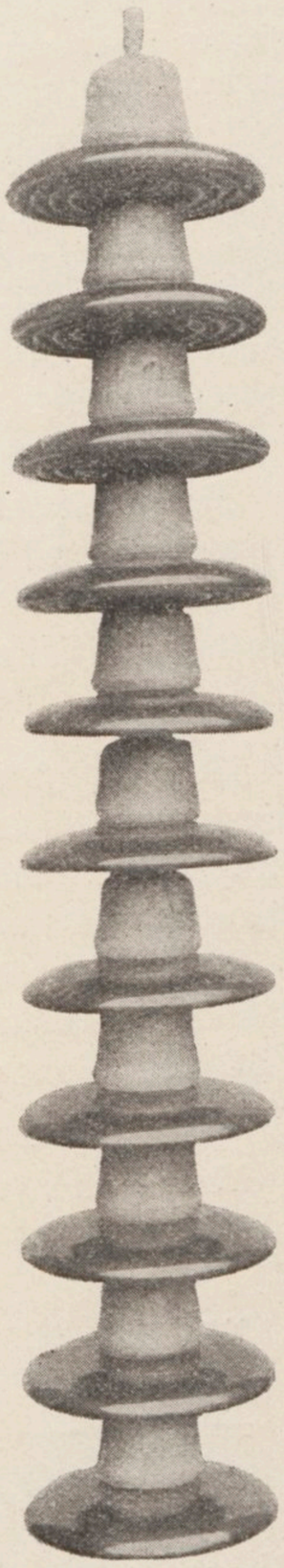


Fig. 3. — Type cape et ferrure.

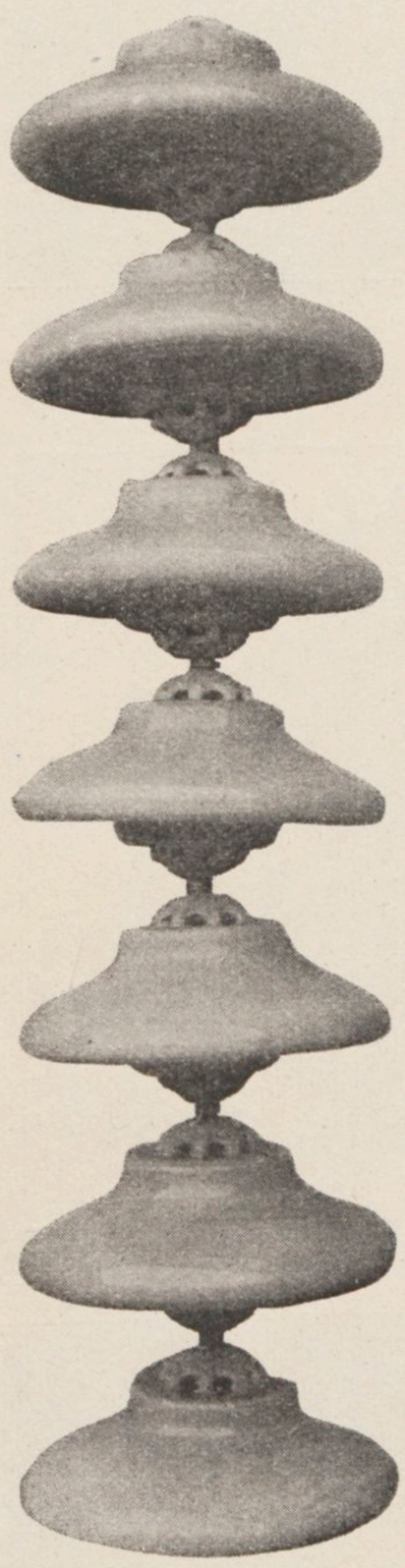


Fig. 4. — Jeffery-Dewitt.

### Laboratoires.

Les trois usines d'Ivry, Andancette et Tarbes possèdent leur laboratoire propre, où sont essayées toutes les porcelaines haute tension. Chaque laboratoire dispose d'un transformateur à 200 000 volts entre bornes.

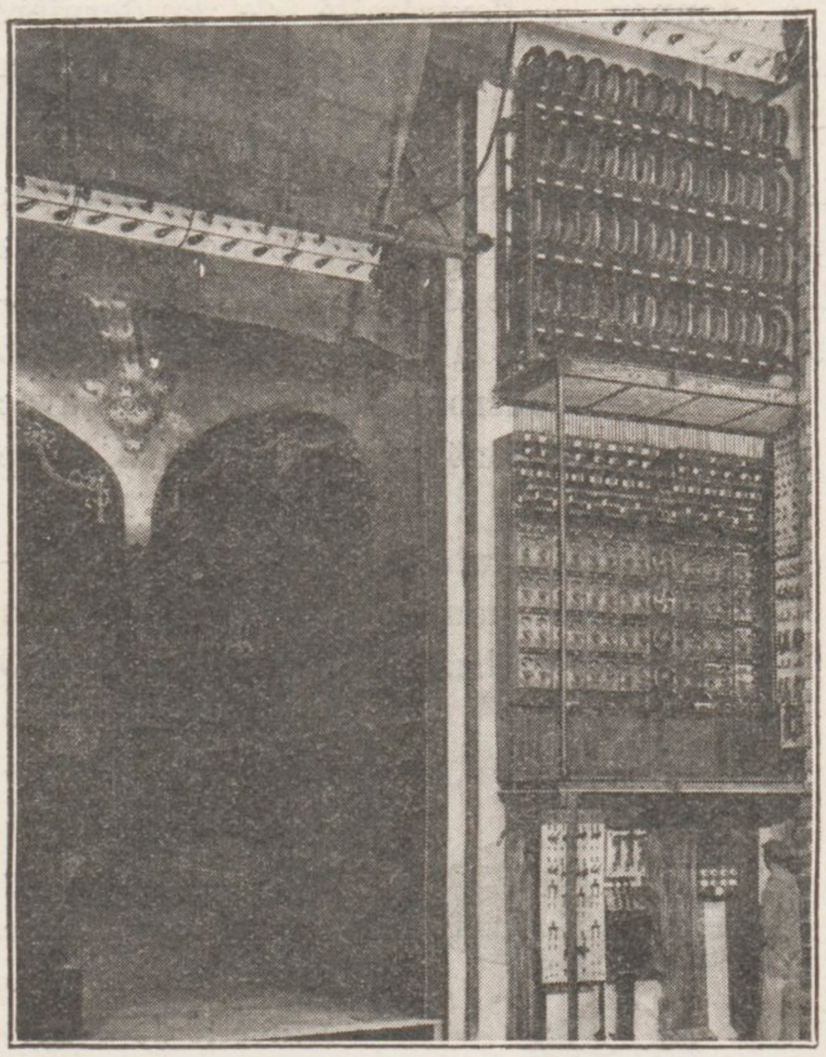
D'autre part, la Compagnie générale d'Electro-Céramique procède à Ivry à l'installation d'un superlaboratoire permettant d'effectuer des essais jusqu'à 1 000 000 volts, 50 périodes par seconde, au moyen de trois transformateurs en cascade connectés de façon à donner, à l'extrémité de la dernière borne, une tension efficace de 1 000 000 volts par rapport à la terre.

Ces trois transformateurs pourront également, par un couplage approprié, alimenter un tronçon de ligne triphasée à 580 000 volts, de telle sorte que les phénomènes relatifs à l'exploitation d'une ligne à 220 000 volts, pourront être étudiés avec un coefficient de grandissement de 2,65.

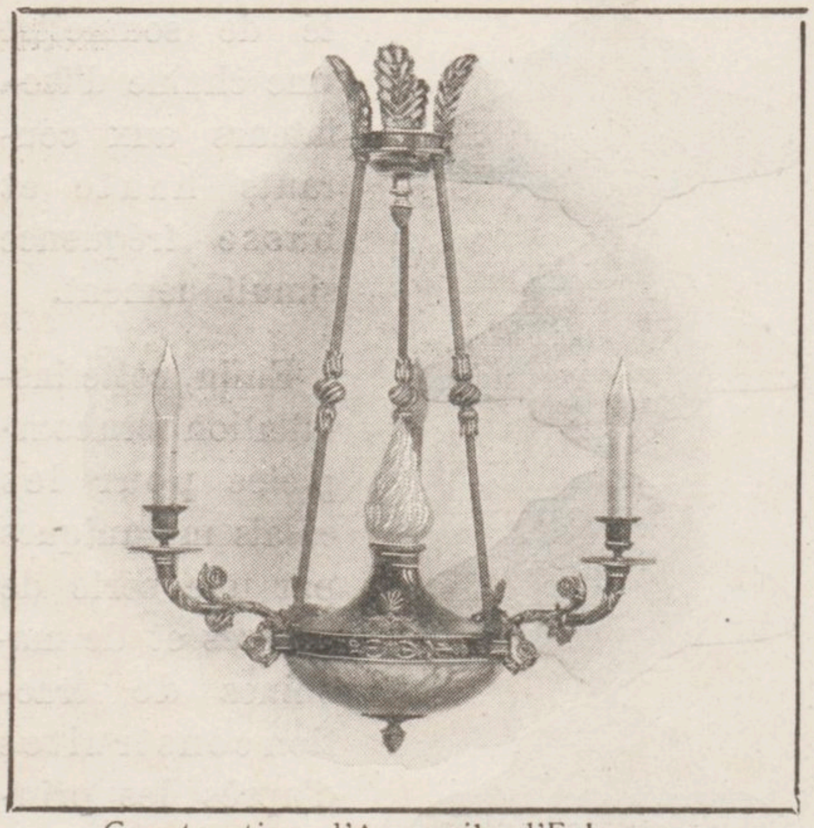
Ce laboratoire, le plus important du monde, en dehors de son installation basse fréquence à 1 000 000 volts, comprendra également un ensemble d'appareils à haute fréquence permettant d'obtenir une étincelle de 2 mètres de longueur et un dispositif donnant la faculté de soumettre une chaîne d'isolateurs aux courants haute et basse fréquence simultanément.

Enfin, cette installation sera complétée pour les essais mécaniques par une série de presses et de machines de traction construites d'après les principes les plus modernes, dont les efforts pourront atteindre jusqu'à 500 tonnes.

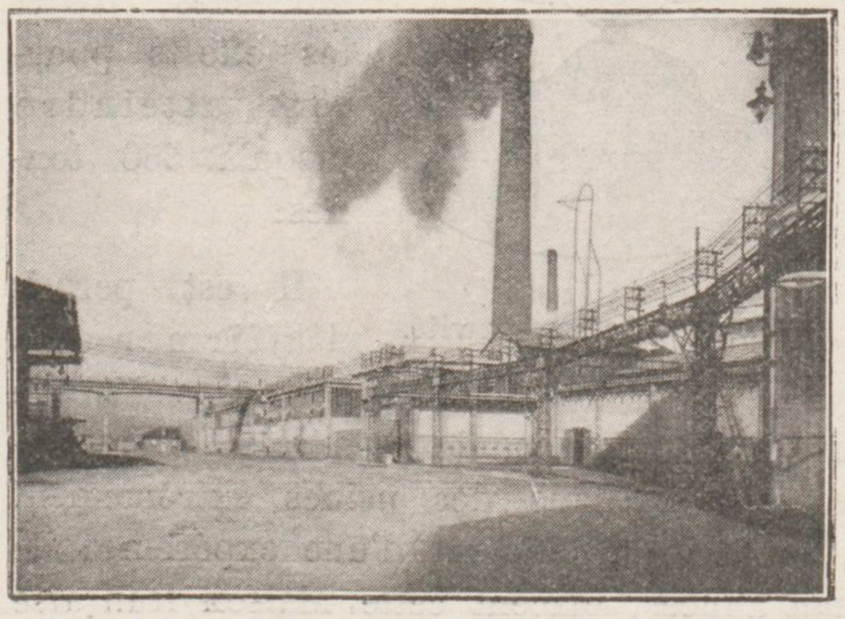
Il est permis d'affirmer que les procédés de fabrication de la Compagnie générale d'Electro-Céramique employés dans des usines extrêmement modernes, tout en bénéficiant d'une expérience de près de vingt années, placent cette Maison française à la tête de l'industrie mondiale des porcelaines pour l'électricité.



Installation électrique d'une Scène de Théâtre.
Jeu d'Orgue (Breveté S. G. D. G.).



Construction d'Appareils d'Eclairage.



Installation électrique d'Usines.

# COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TRAVAUX D'ÉCLAIRAGE & DE FORCE

## ANCIENS ÉTABLTS CLÉMANÇON

Société anonyme au Capital de 2 500 000 francs.

**Siège social : *23, Rue Lamartine* — PARIS**

---

Société anonyme constituée le 12 mars 1892 pour prendre la suite des Etablissements Clémançon fondés eux-mêmes en 1828 et qui avaient pour objet l'Eclairage par tous les systèmes employés successivement jusqu'à l'Electricité.

### *CONSTRUCTIONS*

Cette Compagnie construit dans ses ateliers tout le matériel nécessaire pour la distribution et l'utilisation du courant :

Interrupteurs — Coupe-circuits — Commutateurs — Téléruppteurs — Coffrets de branchement — Tableaux de distribution — Rhéostats, etc.

Appareillage et Bronzes d'éclairage.

Matériel pour applications spéciales et en particulier pour le Chauffage par l'Electricité.

Enfin elle est depuis longtemps sans rivale pour le Matériel destiné à l'éclairage et aux effets de scène au Théâtre.

### *ENTREPRISES*

La Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force se charge de toutes les entreprises concernant les applications de l'Electricité : Eclairage — Transmission d'énergie — Traction — Chauffage — Sonnerie — Téléphonie, etc.

Installations dans les Villes, Edifices publics et particuliers — Châteaux — Usines — Chemins de fer — Théâtres, etc.

Canalisations publiques, aériennes et souterraines.

### *RÉCOMPENSES OBTENUES*

*GRANDS PRIX* : Paris 1900 — Hanoï 1903 — Marseille 1908
Bruxelles 1910 — Turin 1911 — Casablanca 1915
San Francisco 1915

*HORS CONCOURS* : Londres 1908 - Gand 1913 - Strasbourg 1919.

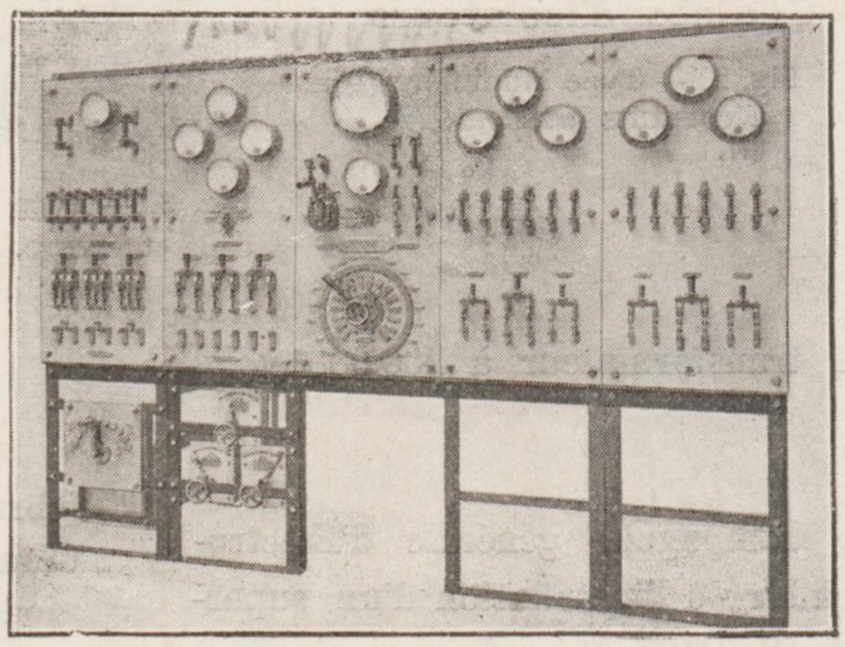
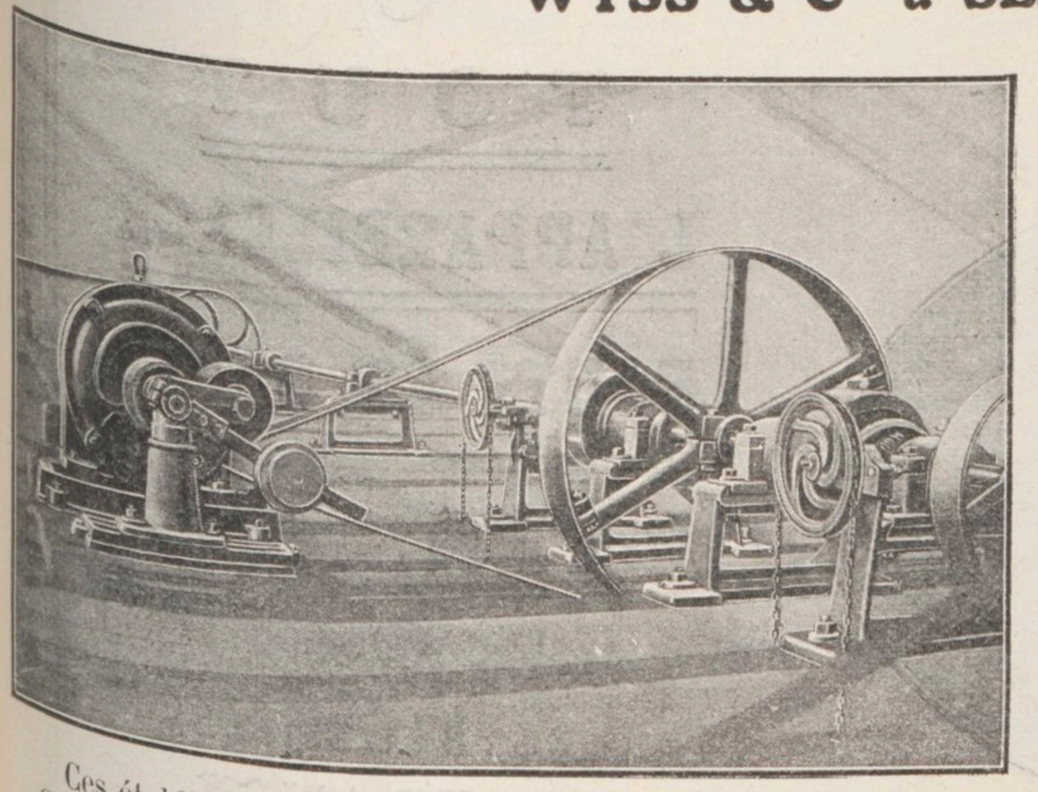


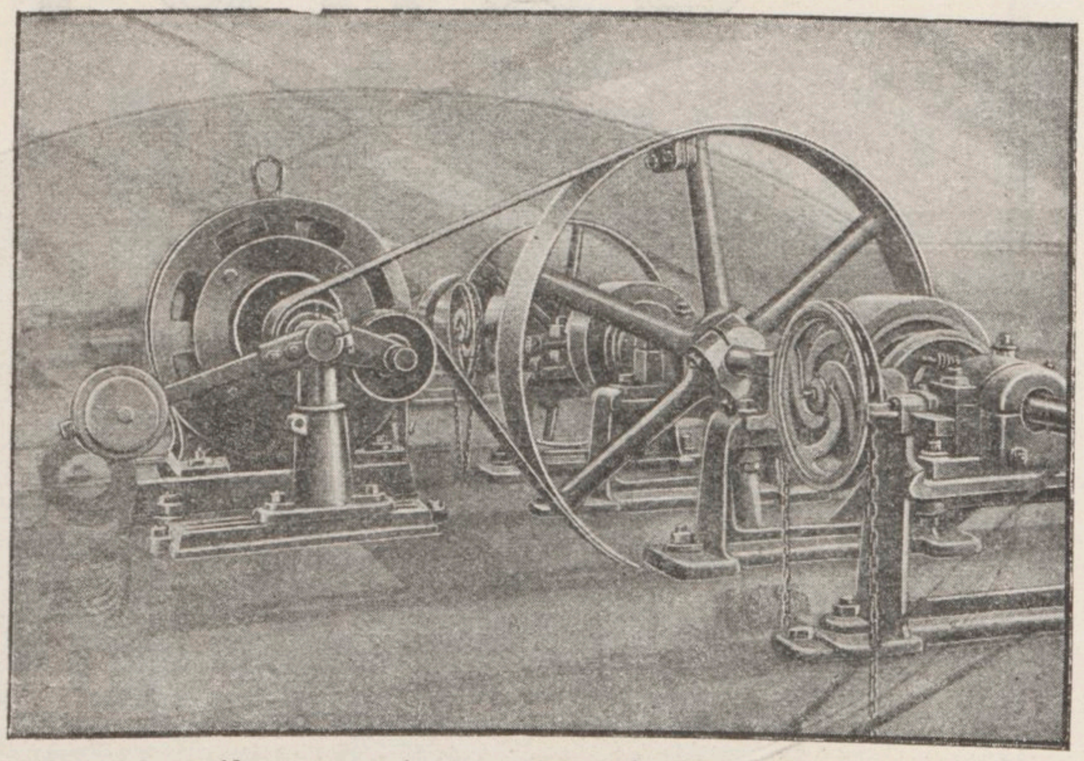
Tableau de Distribution
et Appareillage pour Tableaux.

Chauffage élec...
Etuve à 6 pla...

# SOCIÉTÉ des ANCIENS ÉTABLISSEMENTS CUVIER FILS

## WYSS & Cie à SELONCOURT (Doubs)





Ces établissements furent créés en 1863 par M. Gustave Cuvier, cousin du célèbre naturaliste Georges Cuvier. En 1888, M. Henri Wyss, ingénieur, ancien élève de l'Ecole polytechnique de Zurich, y entra comme ingénieur-directeur et, quand M. Cuvier âgé de quatre-vingt-deux ans se retira, il forma en 1903 la Société actuelle en commandite au capital de 600 000 francs.

M. Wyss développa considérablement les moyens de production des ateliers dont le matériel fabriqué s'élevait en 1921 à environ 2 000 tonnes.

La maison Wyss et Cie possède une importante *Fonderie à Seloncourt* (Doubs), munie de tous les perfectionnements modernes : ponts roulants et monte-charges électriques, installations hydrauliques et pneumatiques pour le moulage mécanique, dessablage au jet de sable, *ateliers de modelage* pour modèles en bois, modèles mécaniques, plaques et couches pour le moulage mécanique, occupant une centaine d'ouvriers.

Elle y fabrique des pièces en fonte pour machines et mécaniques de petite et moyenne grandeurs en moulage très soigné, notamment, des cylindres et pistons pour moteurs d'automobile et moteurs industriels stationnaires, des pièces pour *moteurs et appareillage électriques*, des résistances en fonte, des pièces pour tous organes de transmission et toute pièce sur modèle et au trousseau.

A *Héricourt* (Haute-Saône), elle vient d'achever la construction d'une *nouvelle fonderie* destinée principalement au moulage mécanique des pièces en grandes séries pour la quincaillerie, la petite mécanique et les machines électriques; elle y coule aussi beaucoup de pièces pour machines de l'industrie textile.

*Les ateliers de constructions mécaniques* qui occupent, *à Seloncourt*, une centaine d'ouvriers fabriquent des *machines spéciales* sur demande des clients, des balanciers-découpoirs à bras et au moteur, des essoreuses et des décanteurs centrifuges, construisent et entreprennent les *installations complètes de transmissions*.

M. Wyss y a introduit la fabrication en grandes séries des **Paliers à rotule** système Sallers, les pendarts et consoles à rotule réglables en tous sens importés autrefois en grandes quantités d'Allemagne.

Depuis l'armistice, la maison a installé les transmissions dans de nombreuses usines reconstituées dans les zones dévastées de l'Alsace et du Nord. Les transmissions de son système donnent, avec un maximum de résistance, le minimum de poids. D'autres spécialités sont :

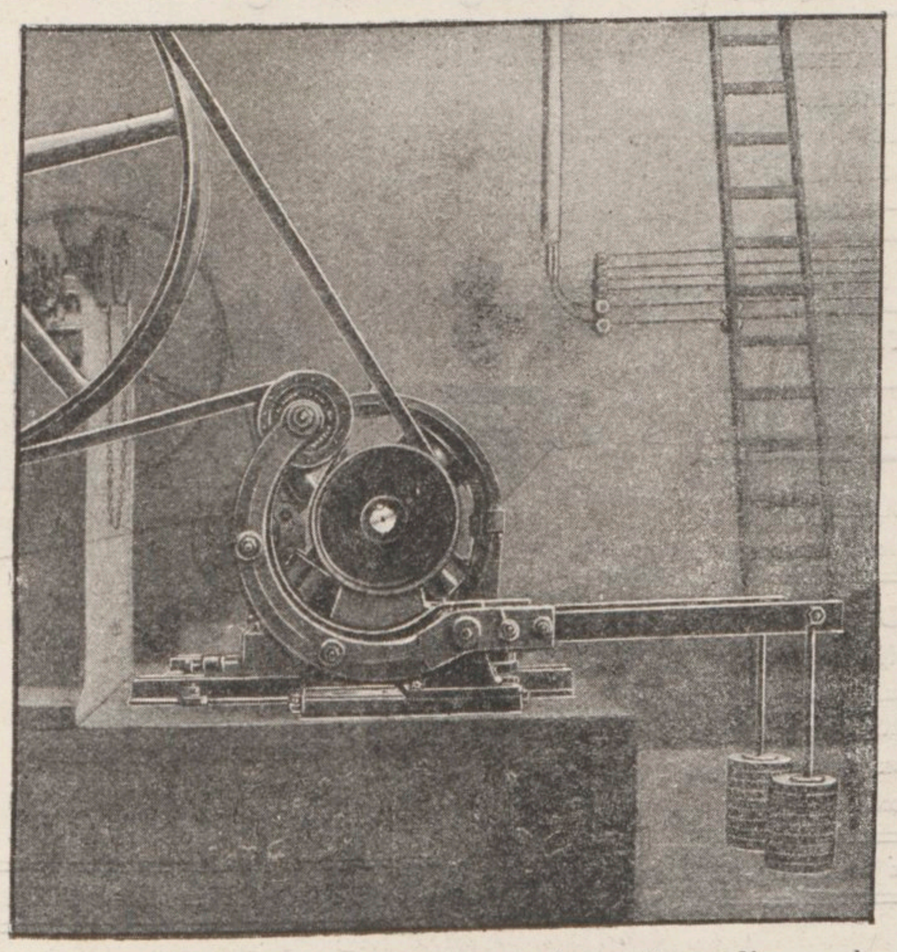
### Embrayages à friction

#### Système Benn

(BREVETÉS S. G. D. G.)

qui sont réversibles, complètement fermés, sans partie saillante, réglable depuis l'extérieur. Les surfaces frottantes sont graissées automatiquement. L'embrayage Benn est robuste, durable et bon marché, son embrayage est doux, progressif et sans choc.

Des milliers de ces embrayages marchent depuis de longues années à entière satisfaction. En 1921, la maison Wyss a installé 200 embrayages Benn et un millier d'enrouleurs de courroie.



### Enrouleurs automatiques

#### de courroie

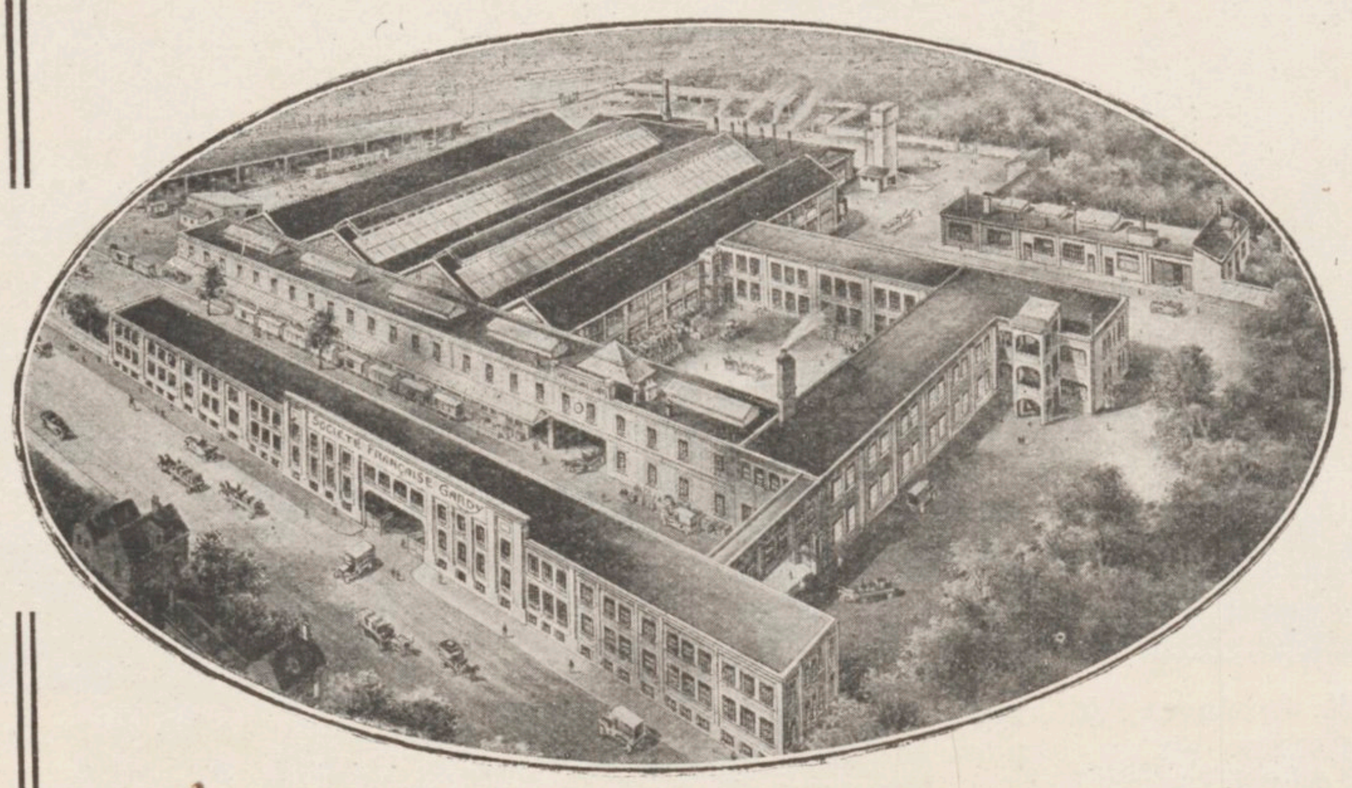
(BREVETÉS S. G. D. G.)

permettant la réduction à un minimum de la distance d'axe en axe de deux poulies d'une transmission de force par courroie et l'emploi d'un grand rapport des diamètres des deux poulies, voir les trois figures.

Par rapport aux transmissions par courroie sans enrouleur la tension et la section de la courroie sont réduites considérablement (jusqu'à un cinquième). La pression sur les paliers voisins des poulies est réduite dans la même proportion et leur usure également. Le glissement de la courroie est supprimé.

Par ses fontes pour moteurs et pour l'appareillage électriques et sa fourniture d'enrouleurs automatiques de courroie, d'embrayages Benn et d'autres organes de transmission, la maison Wyss et Cie est fournisseur de toutes les firmes qui fabriquent des machines et des appareils électriques.

# "GARDY"




## SOCIÉTÉ FRANÇAISE GARDY, ARGENTEUIL *(S.-et-O.)*

**DÉPARTEMENT PETIT APPAREILLAGE**

— COUPE-CIRCUITS CALIBRÉS —
— — INFRAUDABLES BREVETÉS — —

- APPAREILLAGE ÉTANCHE -
— SOUS COFFRETS PLOMBABLES —

INTERRUPTEURS — COMMUTATEURS

— DOUILLES A BAIONNETTE ET ÉDISON —
PRISES DE COURANT — ROSACES DE PLAFOND — SUSPENSIONS A CONTRE-POIDS — ABAT-JOUR — LANTERNES

■ DEMANDER CATALOGUE N° 60 B ■

**DÉPARTEMENT CÉRAMIQUE**

TOUTE LA PORCELAINE ET FAIENCE ÉLECTRO-TECHNIQUE BASSE TENSION :
— ISOLATEURS TOUS MODÈLES —
SERRE-FILS — POULIES — ENTRÉES POIGNÉES — ROSACES — BOITES — BAGUES

■ DEMANDER CATALOGUE N° 70 B ■

TOUTE LA PORCELAINE H. TENSION

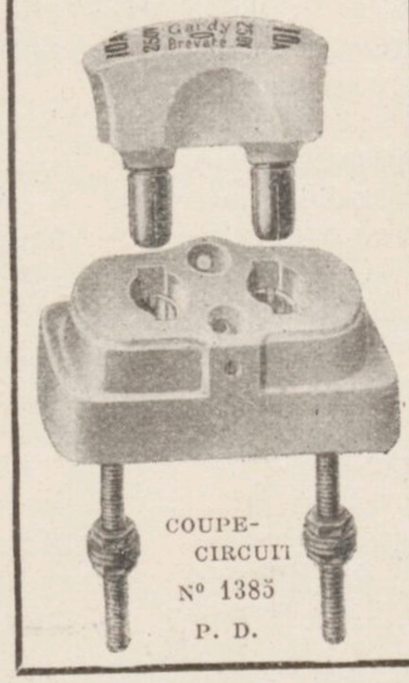
**DÉPARTEMENT GROS APPAREILLAGE**

SECTIONNEURS-INTERRUPT. AÉRIENS
INTERRUPT. ET COMMUTATEURS A LEVIER

COUPE-CIRCUITS - PARAFOUDRES ET LIMITEURS - COFFRETS DE MANŒUVRE

INTERRUPTEURS ET DISJONCTEURS DANS L'HUILE
TRANSFORMAT. DE PUISSANCE ET DE MESURE
— — DISJONCTEURS BASSE TENSION — —

■ ISOLATEURS ET SUPPORTS DE LIGNES ■



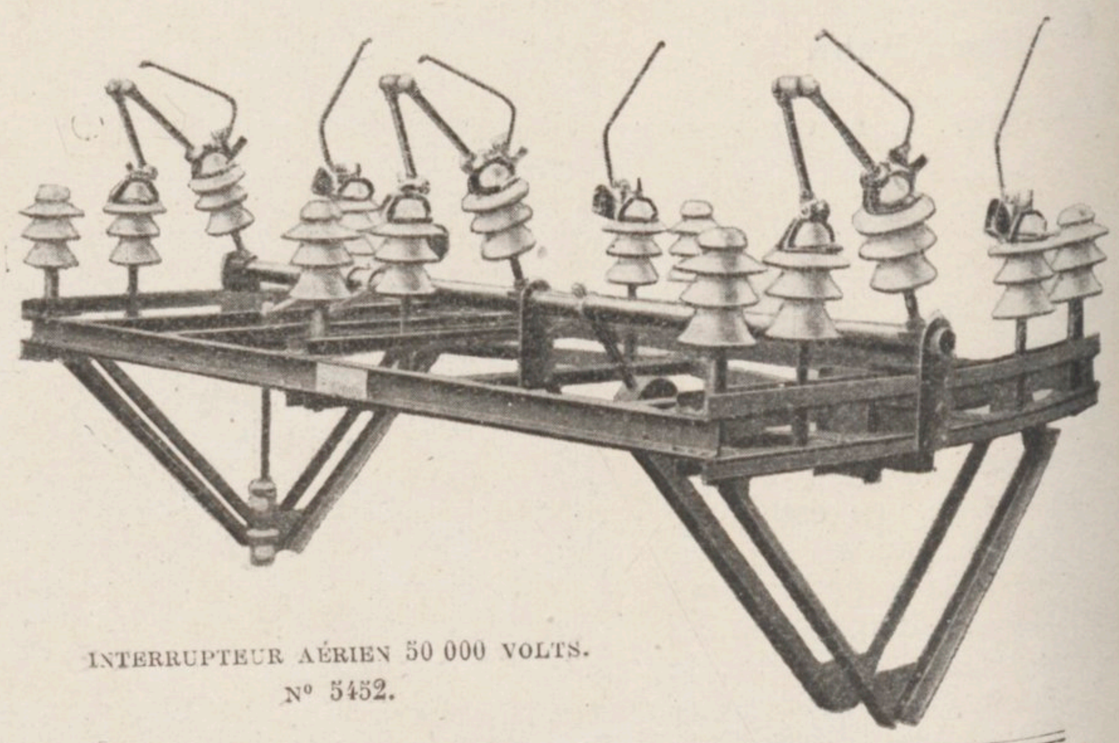

COUPE-CIRCUIT
N° 1385
P. D.

## TOUT L'APPAREILLAGE HAUTE ET BASSE TENSION

SES 8 USINES DE FRANCE

**BELGIQUE, SUISSE, ESPAGNE**
REPRÉSENTENT UN CAPITAL SOCIAL DE
**20 000 000 FR.**
ET GROUPENT UN PERSONNEL DE
**4 000** OUVRIERS

FOURNISSEURS
DES GRANDES ADMINISTRATIONS :
P.-L.-M., P.-O., NORD, MIDI, MÉTRO
P. T. T. — DES MINISTÈRES
DES COLONIES — DES T. P.
ET DES PRINCIPAUX SECTEURS
ÉLECTRIQUES



INTERRUPTEUR AÉRIEN 50 000 VOLTS.
N° 5452.

■ DEMANDER NOTRE POCHETTE 1921 : PROSPECTUS GROS APPAREILLAGE ■

# MAISON BREGUET

✧ ✧ ✧ ✧ ✧ ✧

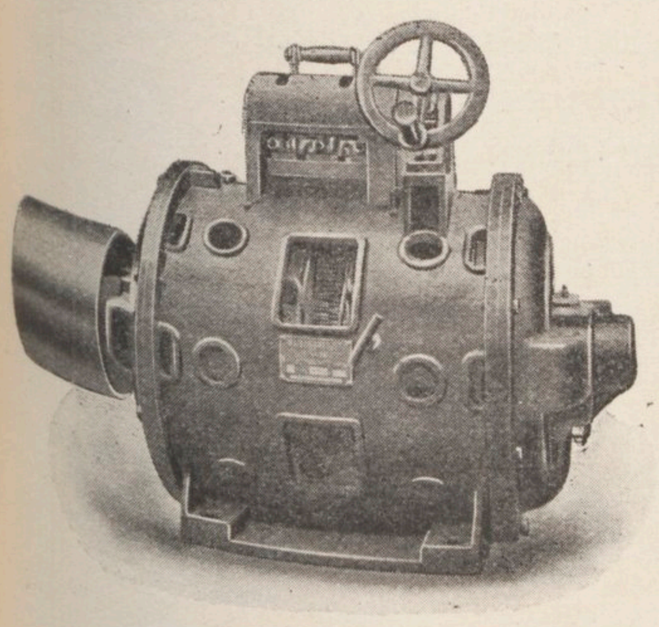
L'origine de la Maison BREGUET *remonte* à 1783. Elle a été transformée en Société anonyme dès 1881 et son capital est actuellement de 8 millions de francs. Depuis sa création, le nombre d'appareils nouveaux construits et exploités par elle est considérable dans toutes les branches de l'activité électrique et mécanique générale.

Elle possède 3 usines de construction : la plus ancienne à *Paris*, 19, rue Didot, plus spécialement consacrée à la mécanique générale. — Une usine à *Douai* qui avant-guerre était exclusivement consacrée aux machines électriques, usine complètement détruite par les Allemands, mais qui sera sous peu en nouvelle activité de production. — Une usine à *Déville-les-Rouen,* consacrée aux travaux de chaudronnerie et à la fabrication des condenseurs.

La Maison BREGUET construit tout le matériel électrique Nous rappelons seulement les spécialités suivantes :

= Les **ALTERNATEURS COMPOUNDÉS** =

Les **MOTEURS ASYNCHRONES BOUCHEROT**



Moteur Boucherot

sans bagues, sans frotteurs et sans rhéostat, avec rotor très ventilé qui ne comporte aucun enroulement tournant. Ces moteurs sont appliqués avec succès dans toutes les industries même les plus pénibles.

Certains types de ces moteurs ont été établis plus spécialement pour des applications particulières telles que celles des turbines essoreuses de sucrerie et raffinerie.

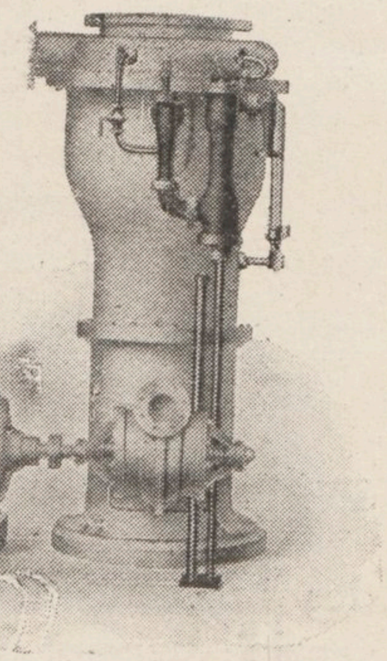
La première en France, la Maison BREGUET a construit les turbines à vapeur. Elle a acquis une expérience toute particulière de 30 années, pour les turbines à engrenages, qu'elle a établies dès les débuts. On sait qu'actuellement les tendances sont très en faveur de la turbine à engrenages jusqu'à 1 500 kilowatts dont la Maison BREGUET a établi toute une série de types très appréciés. Elle fournit, en outre, beaucoup de turbines à engrenages pour les bateaux (machines motrices). Ceci d'ailleurs indépendamment de sa construction de turbines à action directe.

Nous citerons rapidement les diverses constructions suivantes : pompes, matériel de chemins de fer, appareils d'asservissements, etc... et, enfin, le grand développement pris par la fabrication des condenseurs à mélange et à surface munis de

l'**ÉJECTAIR BREGUET-DELAPORTE**

dont le nombre considérable d'applications aux machines à vapeur est bien connu.

La Maison BREGUET s'est d'ailleurs appliquée à la solution des problèmes du vide dans toutes les industries.



Condenseur Breguet

# Compagnie Générale des Câbles de Lyon

ANCIENNEMENT : SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES CABLES ÉLECTRIQUES SYSTÈME BERTHOUD, BOREL & Cie

Société anonyme au Capital de 10 000 000 francs

SIÈGE SOCIAL et USINES : 41, Chemin du Pré-Gaudry, LYON

## CABLES ARMÉS

La **Compagnie générale des Câbles de Lyon**, anciennement dénommée : Société française des Câbles électriques, système Berthoud-Borel, a été une des premières câbleries qui fabriqua en France les câbles électriques isolés à la cellulose imprégnée.

Depuis 25 ans environ qu'elle s'est spécialisée dans cette fabrication, elle a acquis une supériorité incontestable pour les câbles utilisés sur les réseaux à très haute tension.

En dehors des lignes souterraines à 15 000, 20 000 et 25 000 volts, à la construction desquelles elle a été la première à participer, elle a à son actif l'établissement d'une cinquantaine de kilomètres de câbles armés à trois conducteurs fonctionnant depuis plusieurs années sous des tensions triphasées de 30 000 et 35 000 volts.

Elle a également fourni à plusieurs sociétés de distribution d'énergie électrique en France des câbles à un conducteur sous plomb nu sans armature magnétique qui sont branchés directement sur des lignes aériennes à 45 000 et 70 000 volts alimentés en courant alternatif.

Elle participe actuellement à la construction, dans la banlieue parisienne, d'un très important réseau souterrain qui fonctionnera dans quelques mois sous la tension composée de 60 000 volts.

## ACCESSOIRES DE RÉSEAUX

Appelée à participer à l'entretien des réseaux installés par ses soins, la **Compagnie générale des Câbles de Lyon** a pu mettre au point des accessoires de réseaux répondant à tous les desiderata des exploitants.

Au cours de ces dernières années, elle a réformé complètement tous ses anciens modèles d'accessoires et elle peut, dès maintenant, offrir aux secteurs qui exploitent des réseaux souterrains un matériel tout nouveau répondant à toutes les exigences des installations modernes.

## FILS ÉMAILLÉS

La **Compagnie générale des Câbles de Lyon** a annexé récemment à son importante usine de câbles armés, télégraphiques et téléphoniques la fabrication des fils émaillés de tous diamètres.

Ce nouvel atelier est installé d'après les principes les plus modernes.

Son organisation récente a permis d'y adopter les méthodes de travail nouvelles qui garantissent une qualité irréprochable du produit fabriqué.

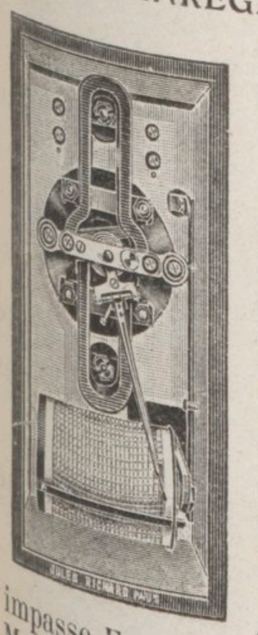
Plusieurs techniciens spécialistes vérifient les matières premières, surveillent le réglage des machines, contrôlent la qualité des produits. Enfin, un laboratoire d'essais annexé à ce service permet de vérifier les propriétés électriques et mécaniques des fils et d'en garantir la qualité.

# Etablissements JULES RICHARD

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE SIX MILLIONS DE FRANCS

Siège social et Bureaux :
25, RUE MÉLINGUE - PARIS (XIXe)
Téléph.: Nord 19-63
Adresse Télégraphique :
ENREGISTREUR-PARIS

Vente au détail
10, RUE HALÉVY (Opéra)
Téléph.: Central : 69-20
Exposition et vente de positifs
7, RUE LAFAYETTE

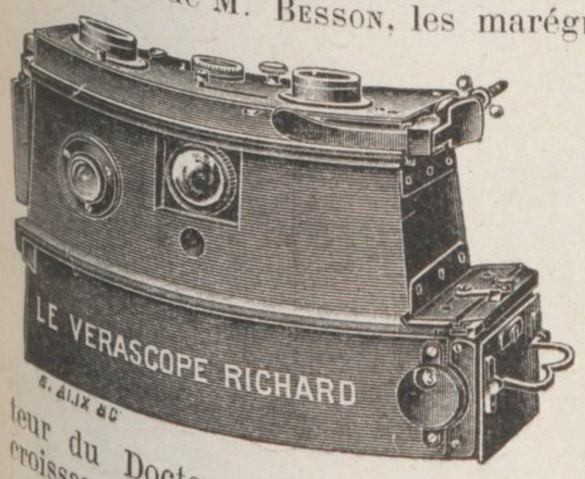


La **maison Richard** qui, depuis le 16 juillet 1921, est devenue la Société anonyme des Etablissements J. Richard au capital de 6 millions de francs, a été fondée en 1876 par M. Jules Richard. De 1882 à 1891, il s'associa son frère ; et, pendant cette période, la raison sociale fut **Richard Frères**. En 1891, M. Jules Richard reprit la maison dont il resta le seul propriétaire jusqu'en 1921, époque où il la constitua en Société anonyme dont il conserve la haute direction en qualité de Président du Conseil d'Administration. Au début, tous les services, usine et bureaux, étaient réunis au n° 25 de la rue Mélingue (à cette époque impasse Fessart). En raison de l'augmentation des affaires, M. Richard adjoignit au n° 25 les propriétés voisines, de sorte qu'actuellement la Société possède et occupe une superficie d'environ 4000 mètres carrés.

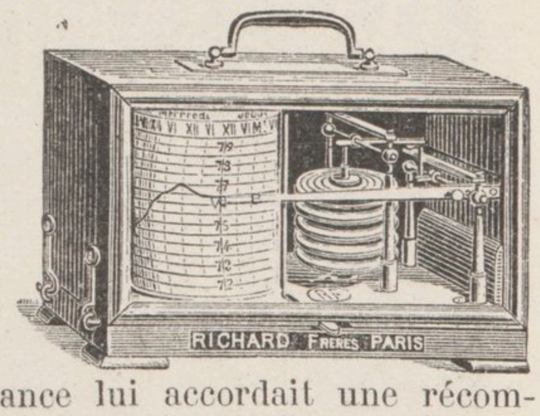
Quand M. Jules Richard créa le Vérascope, il lui devint utile de posséder au centre de Paris une maison plus à la portée de la clientèle que l'usine de Belleville. De cette époque date la maison de vente au détail actuellement rue Halévy n° 10. Un peu plus tard, fut installé, au n° 7 de la rue Lafayette, un magasin d'exposition et de vente de dispositifs.

Dès l'origine de l'électricité industrielle, peu de temps après l'exposition de 1883, M. Richard entreprit la construction des **voltmètres**, des **ampèremètres** et des **wattmètres**, tant pour courants continus que pour courants alternatifs, auxquels il appliqua le système enregistreur avec plume qu'il avait inventé dès 1878 pour le **baromètre enregistreur**. Il étendit successivement l'emploi de son dispositif d'enregistrement aux divers instruments de mesures utilisés en météorologie et dans l'industrie. Après le baromètre vinrent le **thermomètre**, l'**hygromètre**, les **anémomètres**, les **pluviomètres**, les **actinomètres**, les **héliographes**, les **manomètres**, les **hydromètres**, les **cinémomètres**, les **dynamomètres**, les **pyromètres**, soit enregistreurs, soit indicateurs à cadran, sans compter de nombreux instruments pour les recherches scientifiques, l'hydrographie, la physiologie, etc.

Parmi ceux ci nous citerons : les actinomètres établis suivant les indications de M. Violle et de M. Vallot, les néphoscopes de M. Besson, les marégraphes plongeurs de M. Favé, les enregistreurs de déformations élastiques de M. Mesnager, les enregistreurs de flèches de ponts de M. Rabut, les enregistreurs de mouvements secondaires sur les véhicules en marche de M. Sabouret, l'oxygénateur du Docteur Bayeux, l'auxanographe enregistrant la croissance des plantes en fonction du temps, etc.




En 1882, au premier concours organisé par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale sur la transmission électrique des niveaux à distance, M. Richard obtint une médaille de platine et la sûreté de fonctionnement du système qu'il présenta au second concours, en 1887, lui valut la première récompense, un prix de 1000 francs. La même année, le Bureau central météorologique de France lui accordait une récompense de 500 francs pour son invention de l'anémocinémographe qui donne des indications précises et équidistantes depuis 20 cm : s jusqu'à 60 m : s. Ce résultat est obtenu par l'emploi d'un galet tournant autour de son axe et se déplaçant sur un rayon d'un plateau animé d'un mouvement de rotation uniforme sans qu'il puisse y avoir le moindre glissement. Grâce à ce dispositif, les instruments sont devenus d'un usage pratique à tel point que certains fonctionnent depuis plus de 30 ans.



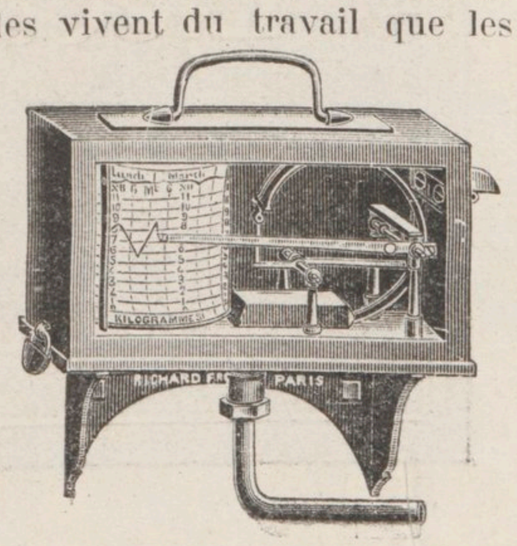

C'est également M. Richard qui a inventé le Vérascope, en prenant comme point de départ le principe de la reversibilité des rayons optiques. Le caractère scientifique incontesté du Vérascope le rend précieux pour fixer des phénomènes passagers et chaque fois qu'il est intéressant de noter, avec leur relief, des formes fugitives dont la photographie ordinaire ne peut donner qu'une idée fort imparfaite.

Pour les débutants, il a créé le Glyphoscope qui, bien que d'un prix extrêmement modique, possède les qualités fondamentales du Vérascope et il a apporté des perfectionnements considérables aux appareils destinés à examiner les vues stéréoscopiques, notamment avec le Taxiphote étudié en collaboration avec M. Colardeau.

Enfin, récemment, il a imaginé l'Homéos qui permet de faire 27 vues stéréoscopiques sur des bandes de pellicules cinématographiques de 1,10 m de longueur enroulées sur des bobines se chargeant en plein jour. Cet appareil, d'un volume réduit, donne des clichés dont on fait d'admirables agrandissements et le maximum de vues stéréoscopiques sous le minimum de poids et d'encombrement.

En résumé, M. Jules Richard a fondé de toutes pièces une nouvelle industrie qui, tous les jours, devient de plus en plus importante. L'intérêt de ce genre de construction n'a pas tardé à se faire sentir, car, en dehors des industriels qui, de suite, ont reconnu l'intérêt de se munir des enregistreurs, on a vu apparaître des imitateurs désireux de bénéficier du succès de cette nouvelle branche de l'industrie.

Actuellement, 250 familles vivent du travail que les inventions de M. Jules Richard donnent constamment à cette maison dont le nom est aussi connu à l'étranger qu'en France et qui, ne se contentant pas de la fabrication des instruments de vente courante, étudie continuellement et suit les progrès de la science pour en faire profiter toutes les branches de l'industrie.



CEF

# Constructions Electriques de France

Electricité Hydraulique Traction

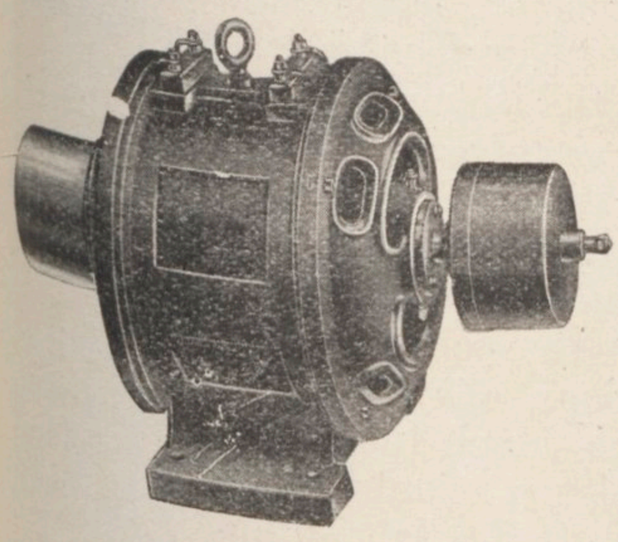
19 rue Louis le Grand Paris (2e)

S. Beinke & A. Labelle

# LEGENDRE Frères

## Constructions électriques et mécaniques

### 37, rue Saint-Fargeau, PARIS (XX^e^)



Moteur à coupleur.

La maison **Legendre** Fres, fondée en 1902, se spécialisa tout d'abord dans l'installation et la réparation des moteurs électriques. Appelée à électrifier de nombreux ateliers parisiens, elle acquit rapidement une grande expérience de l'emploi des moteurs électriques pour la commande des machines-outils.

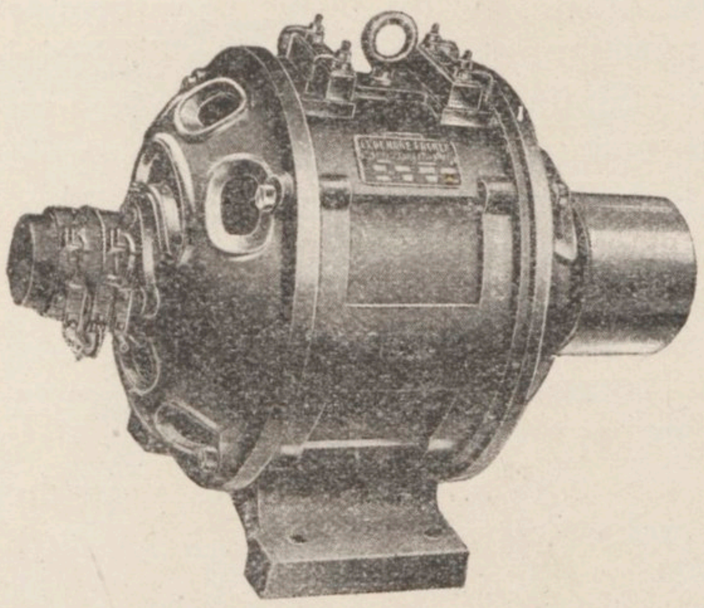
Cette connaissance exacte des besoins de la clientèle lui permit d'étudier et d'établir, en quelques années, une série de moteurs à courant continu et de moteurs asynchrones mono, di et triphasés de 1/2 à 40 chevaux, robustes et d'un maniement simple. Grâce à son outillage perfectionné, à sa fabrication méticuleusement contrôlée, elle fut une des premières à adopter, dans toute sa construction, les roulements à billes dont la supériorité, sur les paliers lisses, n'es plus à démontrer. Le haut rendement des moteurs de la maison **Legendre** Frères et, surtout, le facteur de puissance élevé de ses moteurs asynchrones lui sont dus en partie.

Reprenant les essais effectués, vers l'année 1900, par divers constructeurs, sur le moteur à coupleur automatique de Goerges, la maison **Legendre** Frères comprit l'intérêt énorme que pouvait présenter ce moteur d'une mise en marche simple et d'un entretien facile.

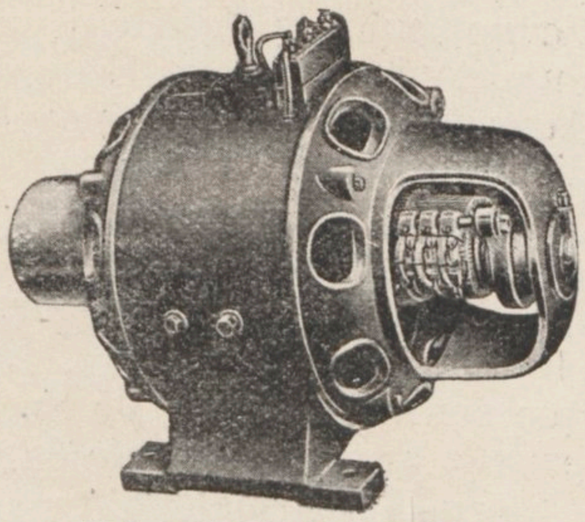
Après une étude approfondie de la question, elle parvint, vers 1906, à présenter aux secteurs parisiens des moteurs à coupleur de moyenne puissance répondant aux exigences de ces secteurs. Depuis, par d'incessants perfectionnements apportés à son coupleur, elle réussit à lui donner les qualités qui le font apprécier partout : fonctionnement irréprochable, facilité de réglage et d'entretien.

Comme complément à sa série de moteurs monophasés asynchrones elle étudia, vers 1909, une série de moteurs monophasés à collecteur du type à répulsion simple. Elle eut, la première, l'idée d'adapter, à ce moteur, son coupleur automatique, créant ainsi un moteur monophasé asynchrone à grand couple de démarrage d'un type très simple, fort apprécié de tous les fabricants d'appareils de levage.

Ayant ainsi mis au point une série complète de moteurs de 1/2 à 40 chevaux, elle développa ses services et créa des agences à Lyon, Bordeaux, Marseille, Nantes, Le Havre, Roubaix, Bruxelles et des sous-agences dans les principales villes industrielles. Les circonstances et le succès aidant, des dépôts se montèrent ou se montent en Espagne, au Japon, en République argentine, en Australie. Cette marche ascendante jamais ralentie, le nombre toujours croissant des commandes ne montrent-ils pas assez combien la clientèle apprécie, non seulement les qualités du matériel construit par la maison **Legendre** Frères, mais aussi les qualités commerciales qui ont toujours fait la force de cette maison : son souci constant de donner satisfaction et de tenir ses engagements.



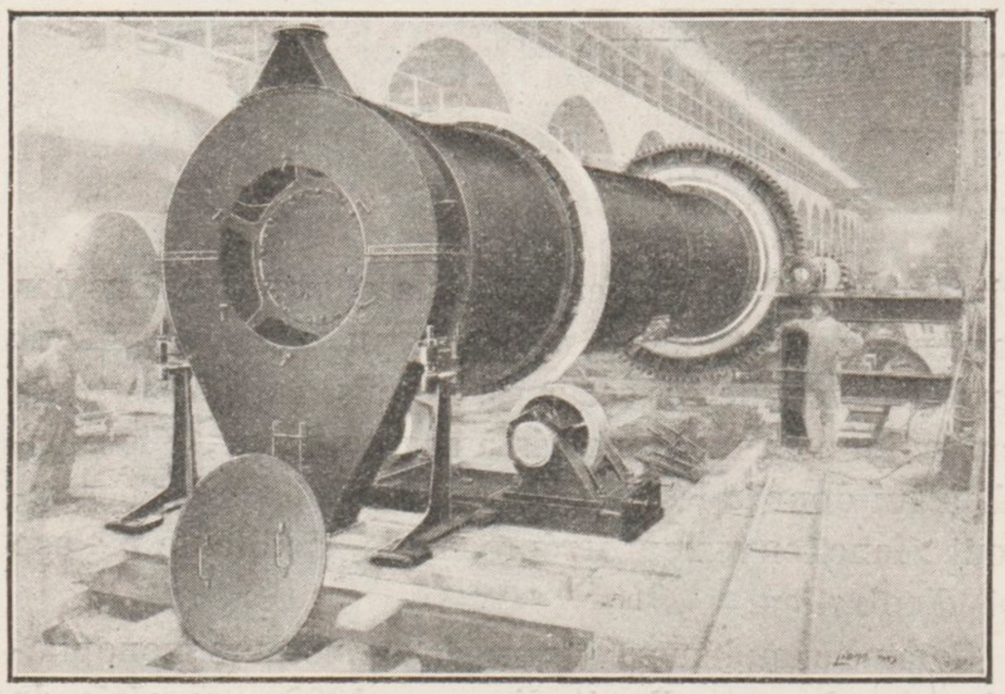
Moteur à bagues.



Moteur à courant continu.

# LA MÉTALLURGIQUE ÉLECTRIQUE

Société anonyme au Capital de 30 000 000 francs



Broyeur Centaure compound, système Ch. Candlot.

La MÉTALLURGIQUE ÉLECTRIQUE est l'extension de l'ancienne Société Védovelli et Priestley créée en 1885 et dont les affaires et le champ d'action se sont considérablement développés. Elle oriente actuellement son activité dans trois branches bien distinctes :

1°) *Une branche électrique* comprenant l'appareillage haute et basse tension, le matériel pour lignes de tramways et chemins de fer, les transformateurs de puissance, le matériel isolant.

2°) *Une branche mécanique* comprenant petite et grosse mécanique, visserie, décolletage, matériel de cimenterie, de sucrerie, de manutention, de levage.

3°) *Une branche métallurgique* avec aciers moulés, fonte moulée, bronze, aciers spéciaux.

Pour ces fabrications, elle possède 2 usines importantes, l'une à Paris-Javel, 160, rue Saint-Charles, spécialisée dans les constructions d'appareillage électrique, montage de tableaux ; l'autre à Ivry-sur-Seine, 130, avenue Jean-Jaurès, vaste usine couvrant 14 hectares, groupant le reste des fabrications y compris les transformateurs de puissance, les isolants moulés et la marbrerie.

Cette Société a toujours occupé une place prépondérante parmi les constructeurs d'appareillage électrique et a été consultée de tous temps chaque fois qu'un nouveau problème se présentait et demandait à être résolu avec le maximum de simplicité et de sécurité.

Rappelons qu'elle posséde à son actif des installations importantes faites pour la Marine nationale (centrale de Toulon), pour les Chemins de fer de l'État (nombreuses sous-stations), pour le Nord-Sud (sous-stations), pour la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, etc., etc.

Nous ne citons là que des travaux réalisés pour des entreprises publiques ; ceux concernant les entreprises privées sont encore plus nombreux et comprennent des centrales depuis 10 000 jusqu'à 50 000 kv-a.

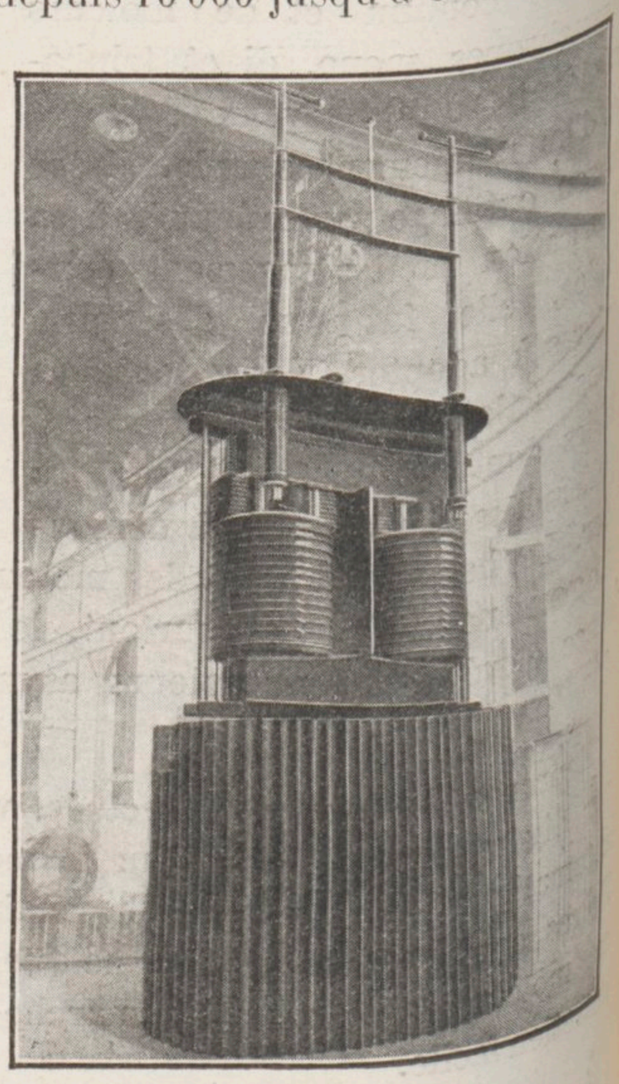
Dans la branche de la traction, la M.E. fabrique tous les modèles courants pour la construction de lignes à fortes intensités et pour traction intense à haute tension. A ce sujet, il suffit de dire que c'est elle qui a construit la ligne aérienne du Chemin de fer du Nord-Sud et des Chemins de fer de la Camargue, les Tramways de Libourne, plusieurs lignes dans les Pyrénées, pour la Compagnie du Midi, etc.

Rappelons qu'elle est, de plus, concessionnaire exclusif pour la vente des porcelaines électriques fabriquées à l'usine St-Léonard (Haute-Vienne) par la Société « La Porcelaine Haute-Tension ».

Dans les sections de mécanique et de métallurgie grâce à ses aciéries électriques et sa fonderie de fonte, ses ateliers de grosse et petite mécanique, installés et outillés d'après les derniers perfectionnements, la Société a pu exécuter avec succès des commandes importantes pour les Compagnies françaises de Chemins de fer, les Arsenaux, les Chantiers navals, ainsi que pour de nombreuses Sociétés d'entreprises privées.

Spécialisée dans la construction du matériel de cimenterie, elle vient d'équiper tout dernièrement les puissantes usines de Barlin (Pas-de-Calais) de la Société des Matériaux de Construction de la Loisne (100 000 tonnes de chaux, 100 000 tonnes de ciment par an), tandis que son département de Sucrerie construisait un important matériel pour la Sucrerie agricole de Goussainville et la Sucrerie de Meaux.

Son département d'Appareils de levage prend de jour en jour une plus grande extension.



Transformateur à 300 000 volts.

# CHAUVIN ET ARNOUX

Téléph. : Marcadet-05-52

ARNOUX, Veuve CHAUVIN et Cie

Télégr. : Elecmesur-Paris

186, 186 bis et 188, Rue Championnet — PARIS (XVIIIe)

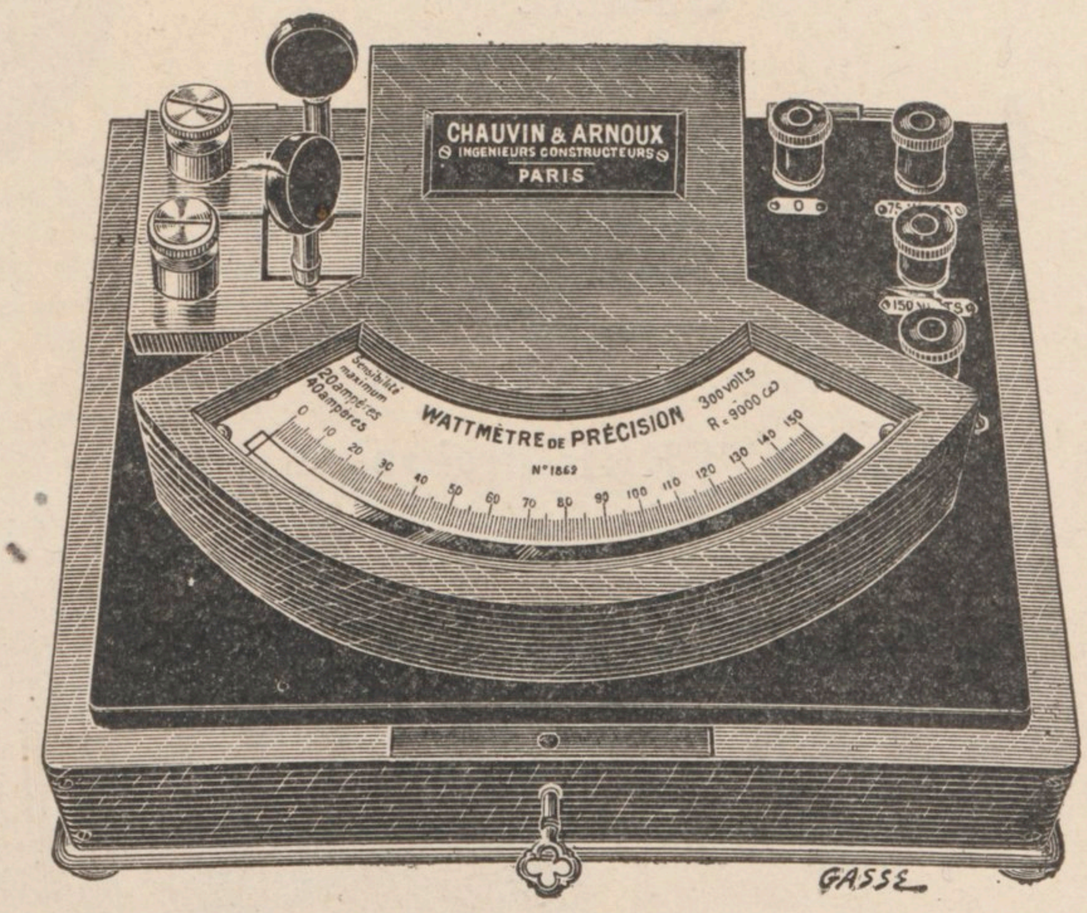
La Maison Chauvin et Arnoux a été fondée, en 1893, par MM. Raphaël Chauvin et René Arnoux. Elle est par conséquent une des plus anciennes maisons d'appareils de mesure.

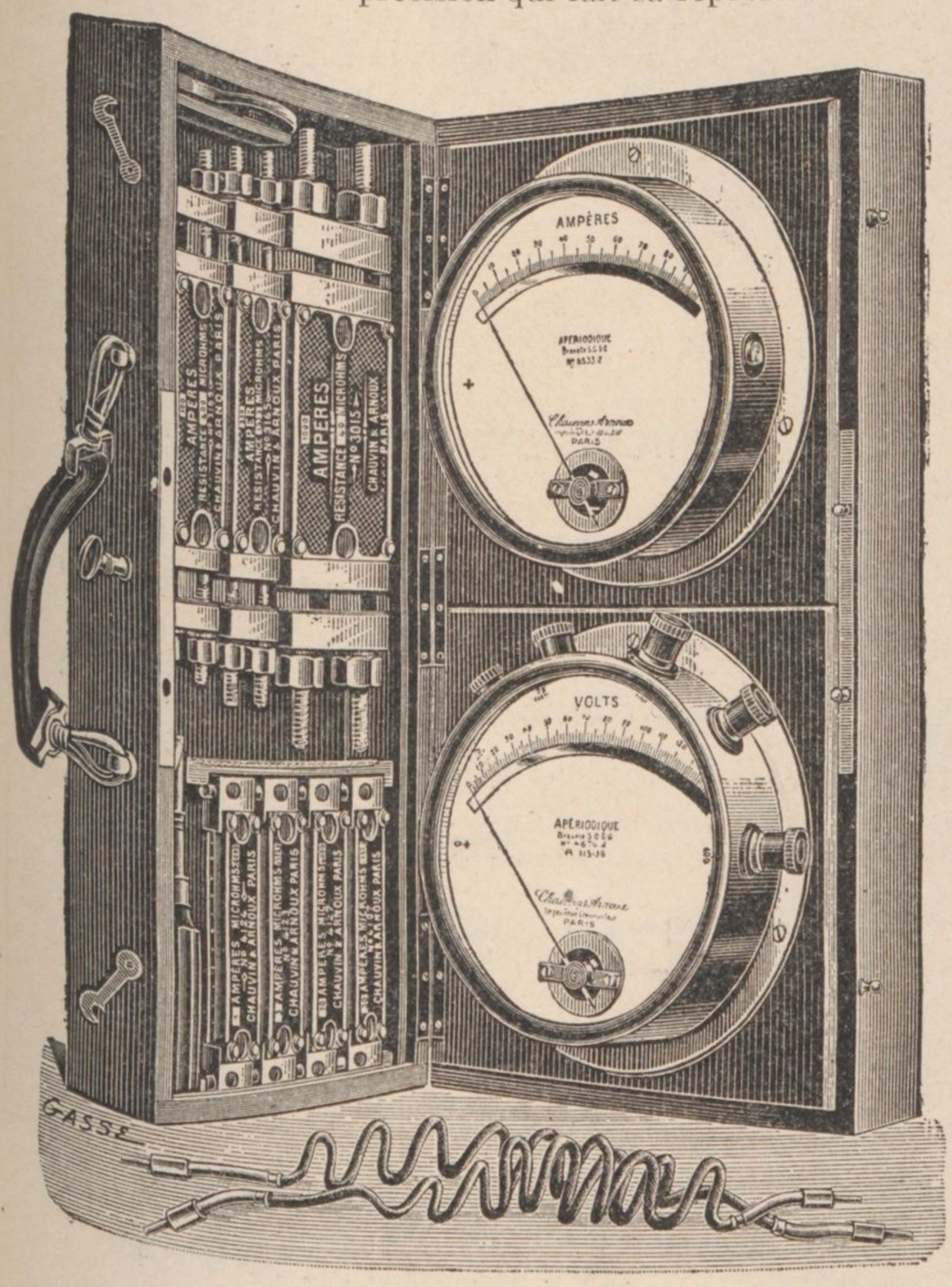
Elle s'est attachée particulièrement à la précision de la fabrication et à la rigueur de l'étalonnage et a acquis ainsi, grâce à un personnel technique longuement expérimenté, un caractère de fabrication particulièrement soigné..

Elle a contribué, en fournissant dès le début de l'Industrie électrique des appareils précis, au développement de l'électricité

L'Industrie électrique est, en effet, une des rares industries qui, dès le début, a abandonné l'empirisme pour des méthodes scientifiques à la base desquelles sont, au premier chef, les appareils de mesure; et nous pensons qu'il n'est pas injuste de reconnaître la part importante qu'elle a prise à ce progrès. Elle a sans cesse, précédant les besoins, créé des appareils fournissant à la science de nouveaux moyens d'investigation. En 1900, elle s'est attaché comme Directeur M. Lyonel Pillier, qui donna à la Maison une impulsion particulièrement brillante. En 1916, elle s'assura la collaboration de M. André Arnoux. Les Etablissements Chauvin et Arnoux occupent actuellement de vastes bâtiments entièrement adaptés aux méthodes modernes de travail.

La Direction technique, comprenant actuellement les meilleurs spécialistes, est parvenue, par le choix de son outillage et la rigueur de ses procédés de fabrication, à abaisser considérablement le prix de revient tout en gardant à sa fabrication le caractère de précision qui fait sa réputation.




Ses laboratoires et plates-formes ont acquis par leur longue expérience une compétence et une documentation uniques.

Ses fabrications s'étendent à tout ce qui concerne les mesures électriques et se classent en deux groupes faisant l'objet de deux catalogues distincts.

Pour les tableaux de distribution, notons les voltmètres, ampèremètres, milliampèremètres et wattmètres en séries électromagnétiques, électrodynamiques, à cadre mobile, caloriques et électrostatiques, les fréquencemètres, phasemètres et synchronoscopes et les nouveaux appareils caloriques ou thermo-électriques pour la haute fréquence et, enfin, les transformateurs de mesures.

Pour le contrôle des installations, les boîtes de contrôles apériodiques ou caloriques, les wattmètres électrodynamiques ou caloriques, les enregistreurs apériodiques, électrodynamiques ou caloriques avec série complète de mouvements d'horlogerie, les ohmmètres, les microhmmètres et mégohmmètres, etc...

Pour le laboratoire, les potentiomètres divers, la caisse universelle, les galvanomètres sensibles à suspension élastique ou à réflexion, et ceux à enregistrement photographique, les ponts de Wheatstone, de Kelvin, de Kohlrausch, de Sauty, résistances étalonnées, piles étalon, etc...

En 1903, elle s'est adjoint la fabrication des pyromètres, qui est devenue aujourd'hui une des branches importantes de ses ateliers et s'est attachée à la réalisation d'appareils robustes et à fort couple mécanique pour les emplois industriels, en dehors des appareils sensibles pour les recherches de laboratoire.

Pour l'automobile, puis l'aviation, elle a créé une nouvelle section d'appareils de mesure pour ces branches nouvelles (tachymètre, tachodomètre, indicateur de vitesse, anémomètre, boussole, compteur d'essence, indicateur de pente, etc.).

Dès 1899, la maison Chauvin et Arnoux recevait, de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, la médaille d'or pour ses créations d'appareils nouveaux et par la suite elle a obtenu la consécration de ses travaux en gagnant les plus hautes récompenses aux expositions officielles.

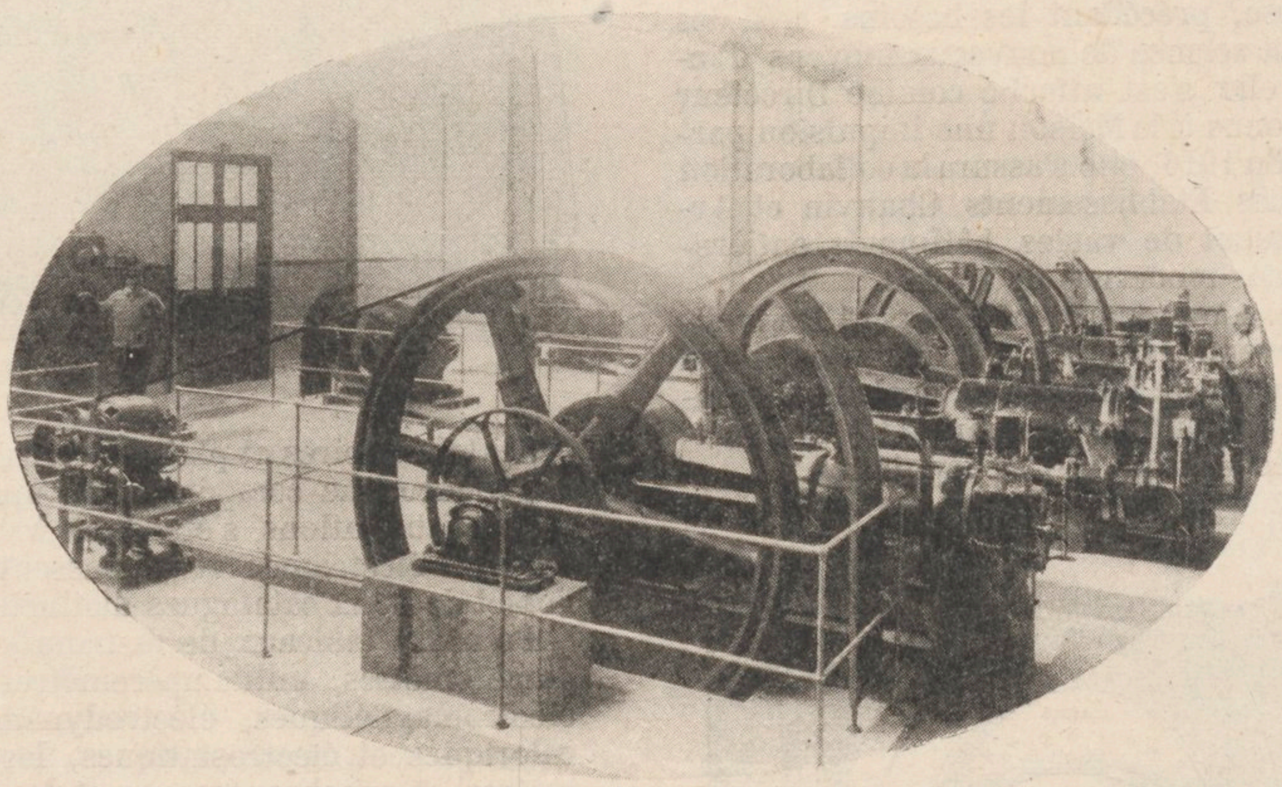
# ACCUMULATEURS DININ

## SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS ELECTRIQUES

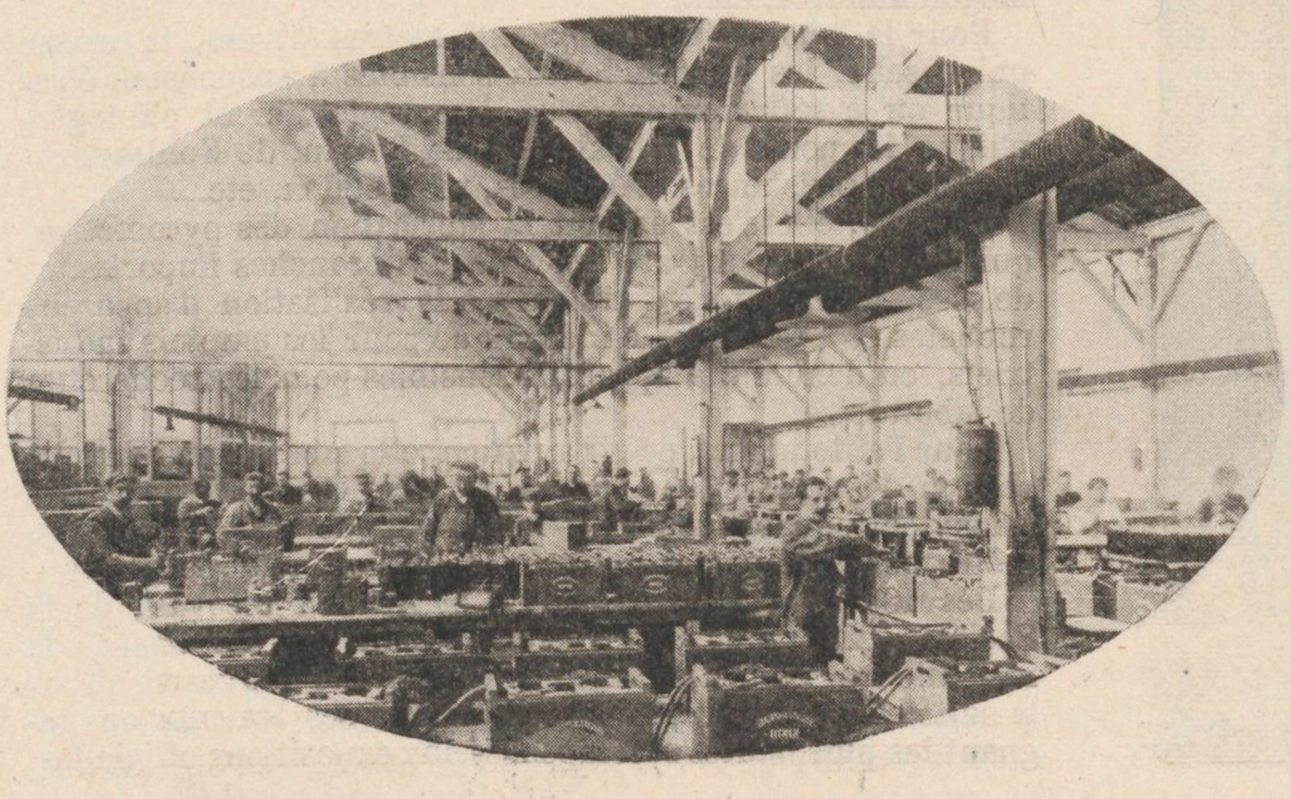
(Anciens Établissements A. DININ)

**Capital Social : 6 Millions de francs**

**NANTERRE (Seine)**



Centrale électrique. Puissance, 600 chevaux.



**VINGT-SEPT ANNÉES** d'expérience

Une **ORGANISATION** et un **CONTROLE** scientifiques de la **FABRICATION**

Une **PUISSANTE USINE MODERNE** munie de l'outillage le plus perfectionné

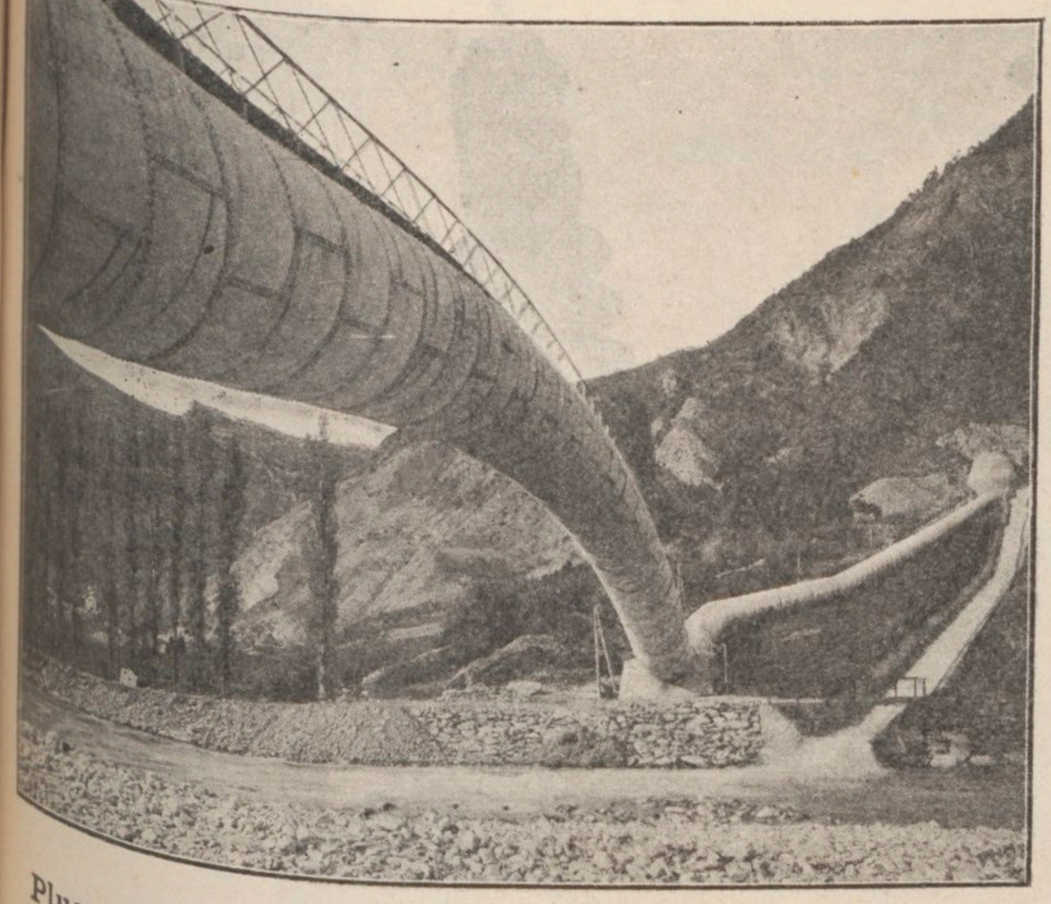
ont placé

# La S. A. E.

(Anciens Etablissements Alfred DININ).

au premier rang de l'Industrie des Accumulateurs

# ÉTABLISSEMENTS
# Bouchayer et Viallet
## = GRENOBLE =



Les **Etablissements Bouchayer et Viallet**, société anonyme au capital de 6 millions de francs, qui occupent à Grenoble, en bordure du Drac, une superficie de 39 hectares, ont été constitués en 1913 pour faire suite à la Société en nom collectif que M. Joseph Bouchayer avait fondée en 1868 en s'associant peu de temps après avec M. Félix Viallet.

L'accroissement rapide de cette maison l'avait obligée, depuis cette date, à déplacer trois fois ses installations dans l'intérieur de la ville de Grenoble.

Sur l'emplacement actuel fut d'abord construite une fonderie de fer en 1898, à laquelle furent bientôt annexés les ateliers de grosse chaudronnerie et de construction métallique.

Le développement prodigieux de la houille blanche depuis quarante ans permit à cette maison, tout d'abord spécialisée dans les installations de chauffage, de se créer une place prépondérante pour l'aménagement des chutes hydrauliques.

Les Établissements Bouchayer et Viallet, qui possèdent depuis 1910 une usine de tuyaux soudés au gaz à l'eau récemment doublée, sont donc particulièrement outillés pour la construction des **conduites forcées**.

**Plus de 1 million de chevaux ont déjà été installés.**

Comme caractéristiques à noter, citons :

Les 1050 mètres de chute de la conduite des Sept-Laux *(Société générale de Force et Lumière)* ;

Le diamètre de 5 mètres pour le collecteur de l'Usine de Sainte-Tulle *(Energie électrique du Littoral méditerranéen)* ;

Les 7 conduites parallèles sous 750 mètres de chute de l'Usine d'Eget *(Cie des Chemins de fer du Midi)*.

En créant un atelier de tuyaux soudés les E. B. V. ne se sont pas désintéressés des tuyaux rivés et sont parvenus, par une clouure spéciale, à réaliser une économie de poids de tôles d'environ 30 pour 100 pour une même fatigue du métal.

L'équipement des prises d'eau a marché de front **avec** celui des **conduites forcées** ; des **vannes** de tous systèmes et de toutes dimensions ont été construites, telles celles de Mauzac, du Drac-Romanche et de la Basse-Isère.

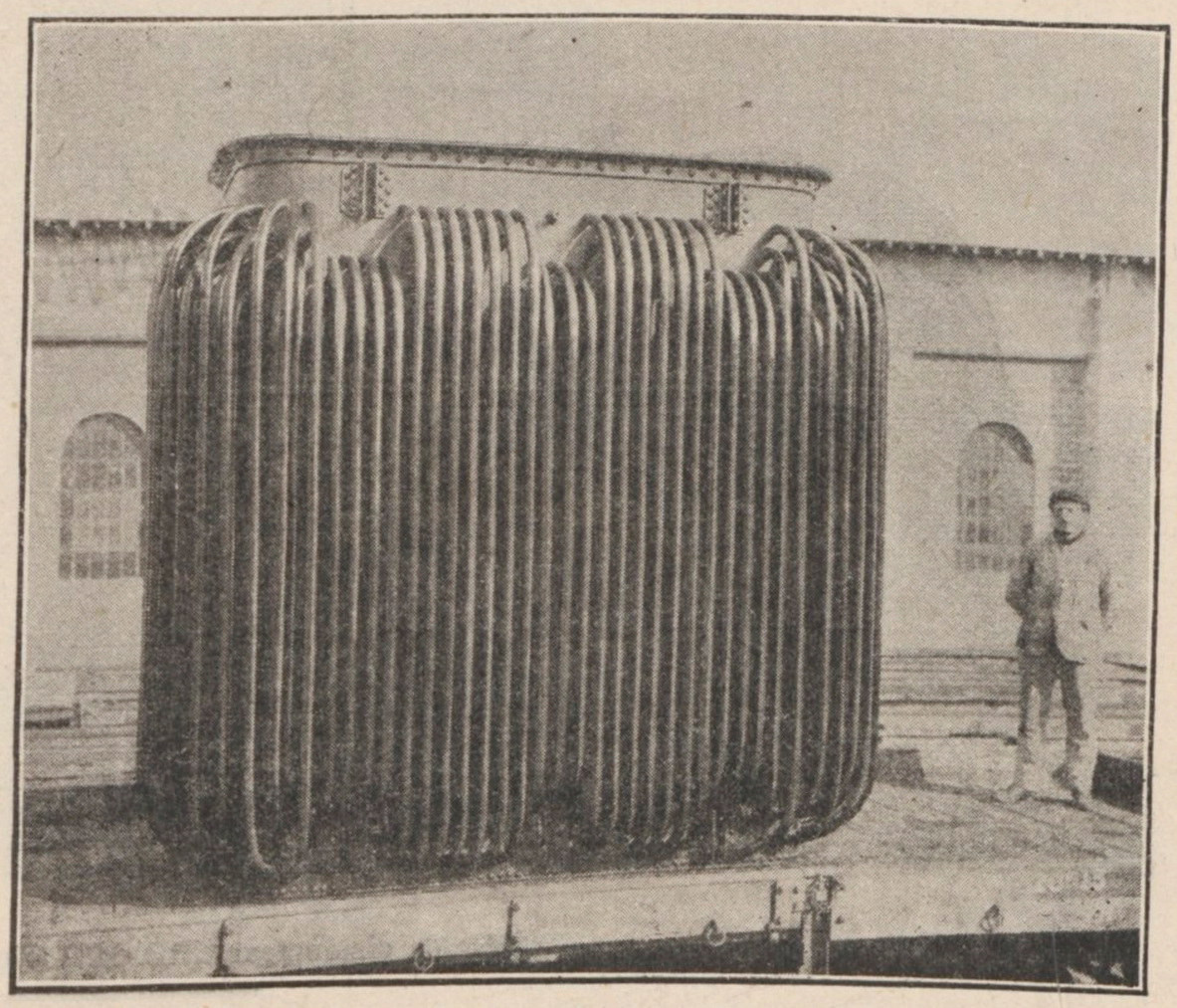
Dans cette dernière chute, chaque élément de vanne avait 19 mètres de largeur sur 11 mètres de hauteur et pesait plus de 130 tonnes.

De nombreux dispositifs ingénieux ont été réalisés par les E. B. V. ; tels, l'appareil automatique d'arrêt de débit, le défeuillage automatique, le brise-coup-de-bélier, sans compter tous ceux dont la pratique est devenue courante et qu'il ne convient pas d'énumérer ici.

Pour la transmission des énergies produites, les E.B.V. ont construit d'importantes lignes en **pylônes métalliques** ; l'une de ces lignes, celle de Dauphiné-Centre n'a pas moins de 150 kilomètres de longueur, avec une traversée sur le Rhône d'une portée de 350 mètres.

L'utilisation rationnelle du courant distribué a amené les E. B. V. à se créer une nouvelle spécialité dans la construction de **cuves de transformateurs**, en tôle lisse ou ondulée, et, dernièrement, dans la construction de cuves à tubes extérieurs sans soudure.

Ceci nous amène en terminant cet aperçu à rappeler la spécialité la plus originale et peut-être la plus intéressante de toutes pour l'avenir des E. B. V., nous voulons parler des **tubes électrolytiques**, obtenus directement par dépôts, en fer chimiquement pur. Cette fabrication trouve non seulement son débouché dans la vente de tubes minces ou extra-minces sans soudure, mais aussi parmi les industries d'appareils de précision qui recherchent, comme matière première, un métal d'une grande pureté et possédant au surplus certaines qualités magnétiques.

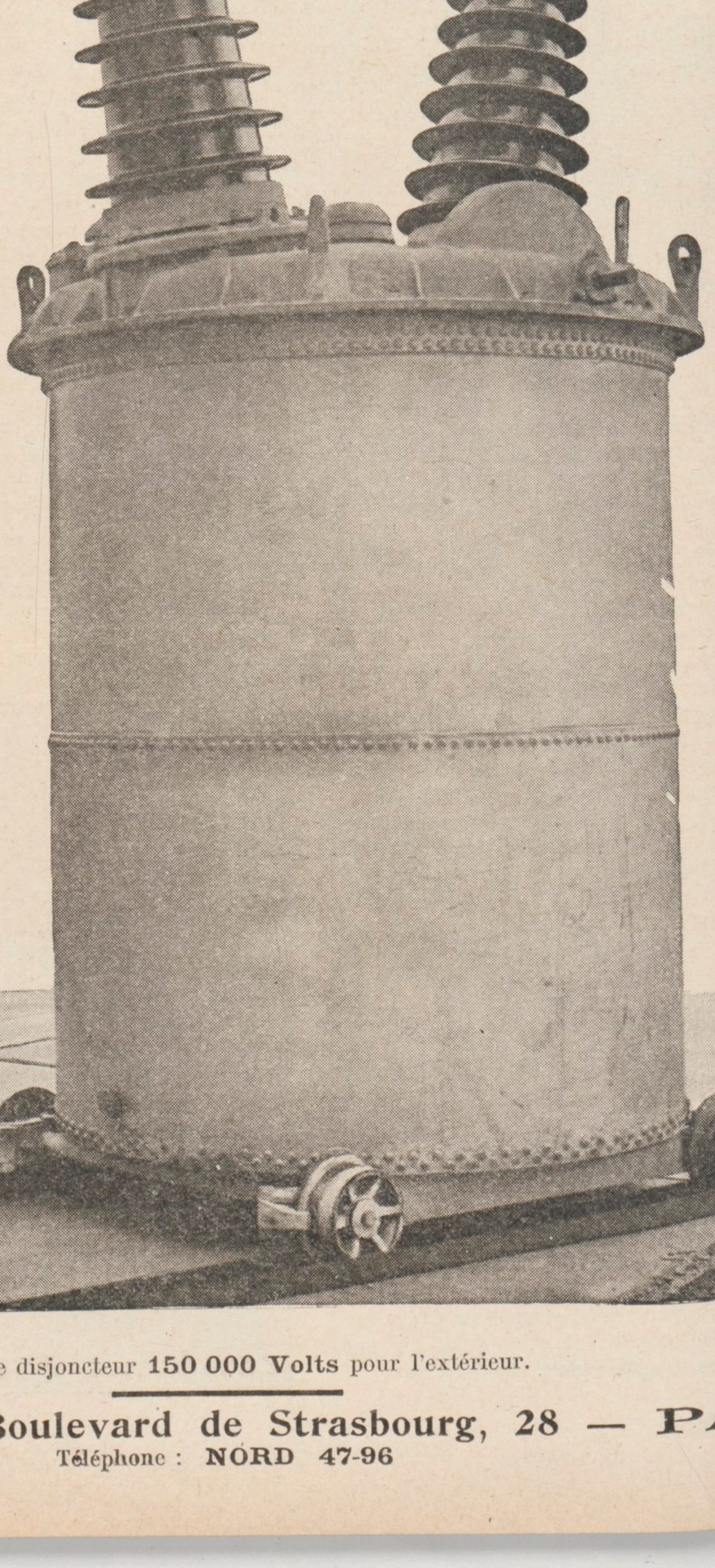


LES ATELIERS
DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE

# DELLE

Société anonyme
au Capital de
6 000 000 fr

CONSTRUISENT
DANS LEURS USINES ET PORCELAINERIES
DE
LYON-VILLEURBANNE
TOUT
L'APPAREILLAGE
ÉLECTRIQUE
HAUTE
ET
BASSE
TENSION



DISJONCTEURS
dans l'huile
SECTIONNEURS
PARAFOUDRES
RÉSISTANCES
SELF-INDUCTANCES
COUPE-CIRCUITS
COFFRETS BLINDÉS
TABLEAUX DE
DISTRIBUTION
POSTES
sur poteaux



Pôle de disjoncteur **150 000 Volts** pour l'extérieur.

**PARIS — 28, Boulevard de Strasbourg, 28 — PARIS**
Téléphone : **NORD 47-96**

# Appareillage Electrique MIZERY & BONVOISIN

**L. BONVOISIN, constructeur**

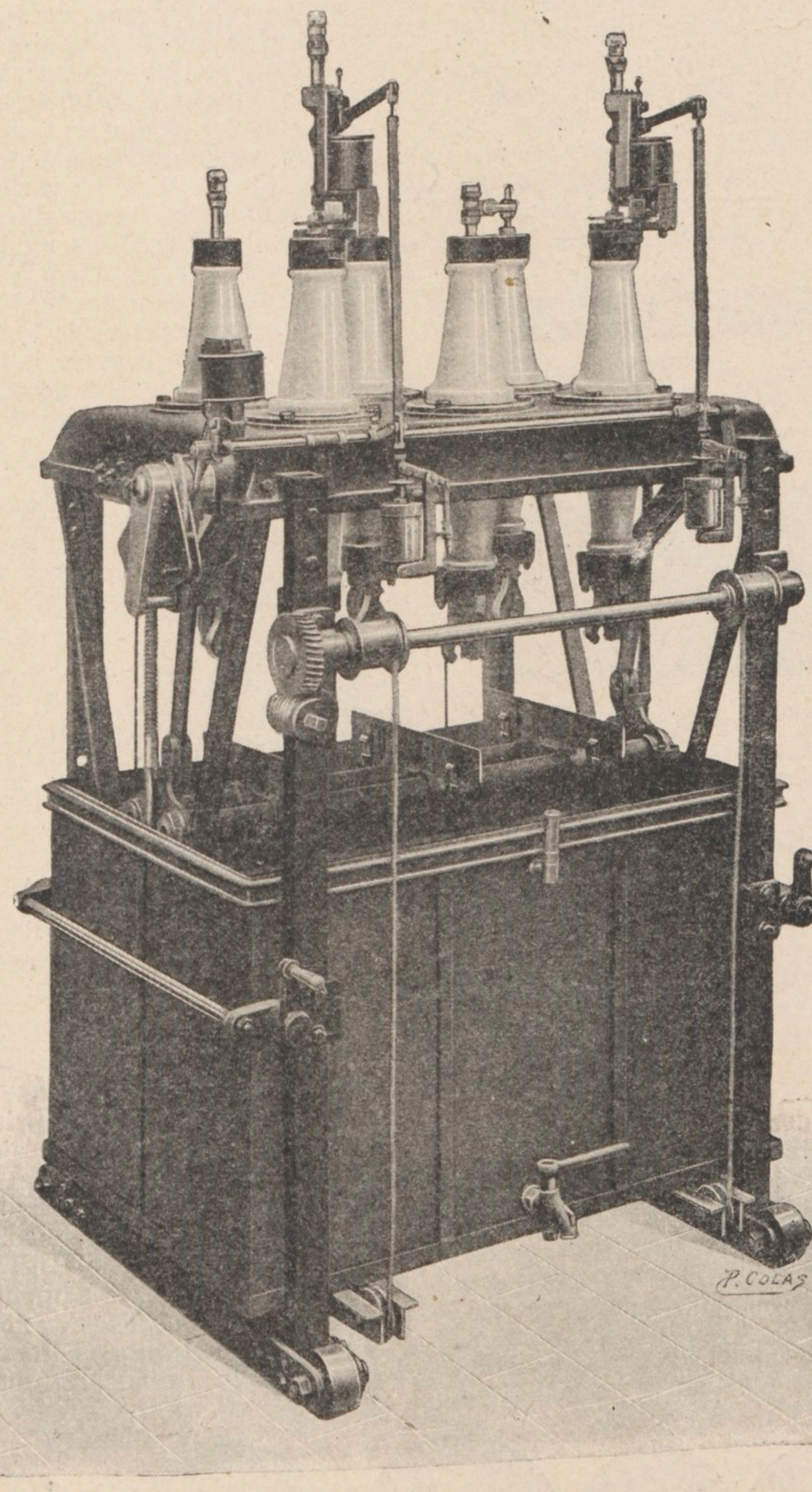
**35, Boulevard Richard-Lenoir, PARIS (XIe)**

La Maison **Mizéry & Bonvoisin**, créée en 1893, aux 25 et 27, rue Amelot, s'est appliquée depuis cette époque à perfectionner et améliorer constamment le petit appareillage électrique; elle a établi notamment toute une série d'appareils étanches sous boîte fonte qui répondent complètement aux besoins des mines, compagnies de chemins de fer et toutes industries où il est nécessaire d'employer ce matériel.

Cette Maison qui fabrique également de nombreux appareils d'éclairage en bronze a vu, en peu de temps, cette branche à côté prendre un développement considérable et elle a créé de nombreux modèles très séduisants qui sont reproduits dans un catalogue spécial de luxe de près de 200 pages et qui a retenu longuement notre attention.

Pour satisfaire aux besoins de sa clientèle tous les jours plus importante, cette Maison s'est transférée, en 1912, dans de vastes immeubles construits spécialement pour elle au 35 du boulevard Richard-Lenoir. Encore trop à l'étroit dans ses nouveaux locaux elle a dû établir 40, rue Bréguet, à proximité de ses magasins, des ateliers pourvus d'un outillage moderne qui lui permet d'exécuter les travaux les plus importants et la construction de tout le gros appareillage. Nous croyons savoir que ce constructeur songe à augmenter encore ses moyens de production et envisage actuellement la création de nouveaux ateliers.

A la dernière Foire de Paris, nous avons pu voir et admirer une cabine haute tension pour départ 5 000 kv-a. — 15000 volts, dotée de tous les derniers perfectionnements et très ingénieusement conçue. Celle-ci comportait, entre autre, un disjoncteur à rupture dans l'huile, 15 000 volts, 250 ampères à déclenchement direct avec retardateur réglable, possédant une puissance de rupture de 60 000 kv-a. que nous avons la bonne fortune de pouvoir reproduire ici. Cette cabine voisinait avec un sectionneur tripolaire 5 000 ampères, 6 000 volts, à commande mécanique, exécuté spécialement pour l'usine de Vitry de l'Union d'Électricité. Cet appareil, par ses dimensions imposantes et son fini d'exécution, a prouvé à tous les visiteurs que la Maison **Bonvoisin**, grâce à son organisation et au personnel de techniciens dont elle a su s'entourer, avait apporté une large contribution à la mise au point du matériel électrique nécessaire aux grandes usines métallurgiques, aux centrales, aux mines, etc., et qu'elle se classait parmi nos meilleurs constructeurs.




Nous terminerons ce court exposé, en rappelant que cette firme a obtenu une médaille d'or à l'Exposition de Strasbourg, 1919, des diplômes d'honneur à Beyrouth en 1920, à Gand en 1921, à Montréal en 1922, et qu'elle vient enfin de se voir décerner le Grand Prix à l'Exposition de Limoges.

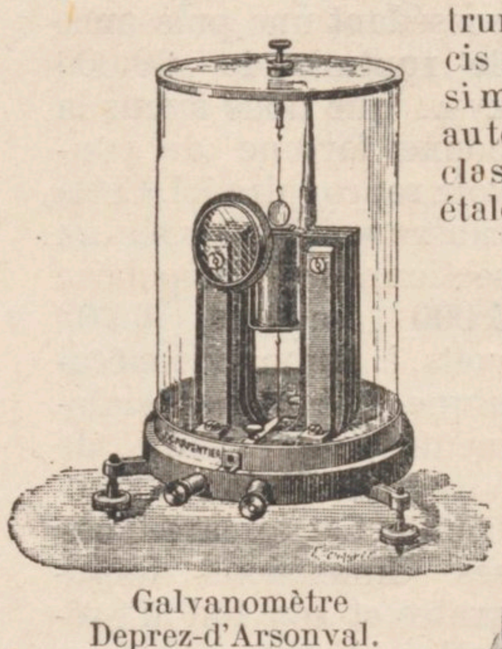
Cette Maison a édité, comme nous le disons plus haut, un album spécial concernant les bronzes d'éclairage, et un catalogue pour le petit et gros appareillage des plus intéressants que nous conseillons à nos lecteurs de lui demander; elle se fera un plaisir de les adresser franco,

# ATELIERS J. CARPENTIER

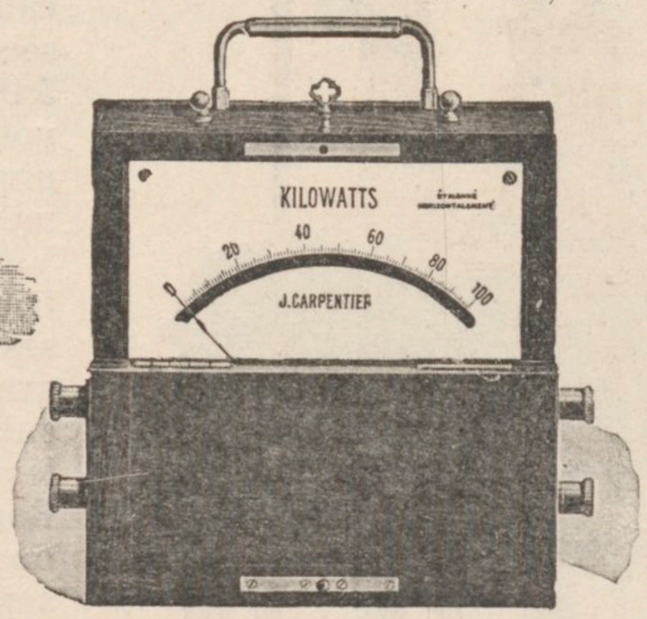
**20, Rue Delambre, 20 — PARIS (14e)**

## APPAREILS DE MESURES ELECTRIQUES

Spécialisés depuis plus de 40 ans dans la construction des appareils de mesures électriques, dont la plupart ont été créés par eux, les ateliers J. Carpentier ont sans cesse développé leur fabrication pour répondre aux demandes chaque jour plus nombreuses et plus variées concernant, soit les instruments de laboratoire les plus précis et les plus délicats, soit même les simples indicateurs de charge des automobiles. En dehors des modèles classiques des laboratoires et des étalons universellement connus, de



Galvanomètre Deprez-d'Arsonval.




Appareil portatif de contrôle.

nouveaux appareils ont été créés récemment, surtout dans le domaine des mesures qui se rattachent au contrôle industriel.

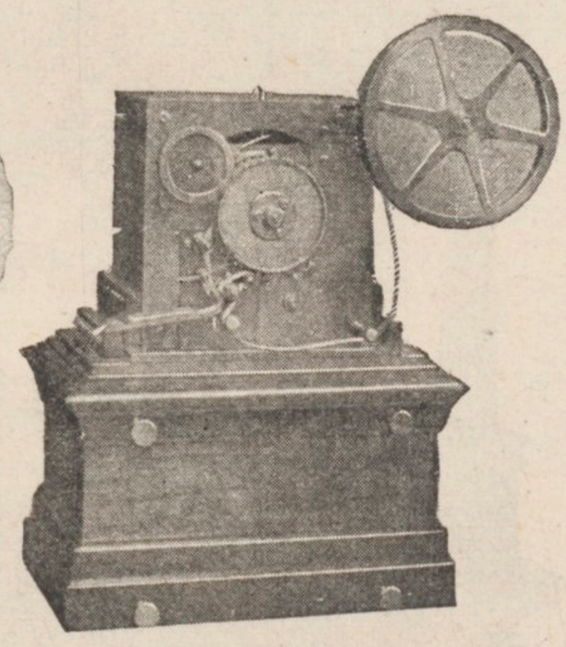
Au point de vue de mesures des résistances, les ponts de Wheatstone de précision ont été complétés par des modèles permettant tantôt la mesure des résistances moyennes (boîte industrielle, rhéostat à pont et galvanomètre, logomètre, tantôt celle des faibles résistances (pont double de Thomson, micrommètre) tantôt celle des isolements (ohmmètres, galvanomètres universels, appareils d'essai de câbles). La série des ohmmètres a été particulièrement développée de façon à répondre aux desiderata de l'industrie qui demande à mesurer depuis les isolements des installations ordinaires à 110 volts ou 220 volts, allant de 5 à 20 mégohms, jusqu'aux isolements des installations à haute tension où les mesures portent sur des centaines de mégohms.

Les appareils des grandes centrales pour tableaux, pupitres ou colonnes, se distinguent par le fini de leur exécution et leur exactitude. Tous ces appareils, ampèremètres, voltmètres, wattmètres, phasemètres, fréquencemètres, relais, présentent le même aspect, et permettent de composer des tableaux d'un bel effet décoratif. D'autre part, en ce qui concerne les appareils portatifs de contrôle, les ateliers Carpentier sont les premiers, et jusqu'ici les seuls, à avoir solutionné d'une façon complète la question des sensibilités multiples en courant alternatif, tant pour les wattmètres électrodynamomètres de toutes sortes que pour les appareils électromagnétiques (voltmètres ou ampèremètres), en poussant au point la solution des bobines d'intensité amovibles et aussi la solution des shunts non inductifs.

Quant aux enregistreurs de toutes catégories, ampèremètres, voltmètres, wattmètres, fréquencemètres, phasemètres, les modèles J. Carpentier à ordonnées rectilignes, à cordon métallique ou vitrée, à déroulement continu et encrage indéfini, offrent tous les perfectionnements désirables.

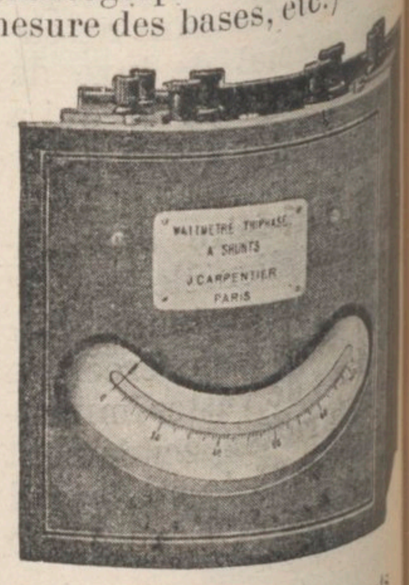
Enfin toutes les questions spéciales de mesures électriques ont été étudiées au fur et à mesure des progrès de l'industrie par les Ateliers Carpentier. Les oscillographes, les perméamètres, les hystérésimètres, les appareils d'Epstein, les pyromètres de toutes sortes, à couple thermo-électrique et à résistance, indicateurs ou enregistreurs, sont actuellement répandus dans tous les laboratoires industriels.

D'ailleurs, la fabrication des Ateliers J. Carpentier s'étend à des appareils très divers et de modèles très nombreux concernant la télégraphie (matériel Baudot), la géodésie (tachéographes, appareils pour mesure des bases, etc.) et, d'une



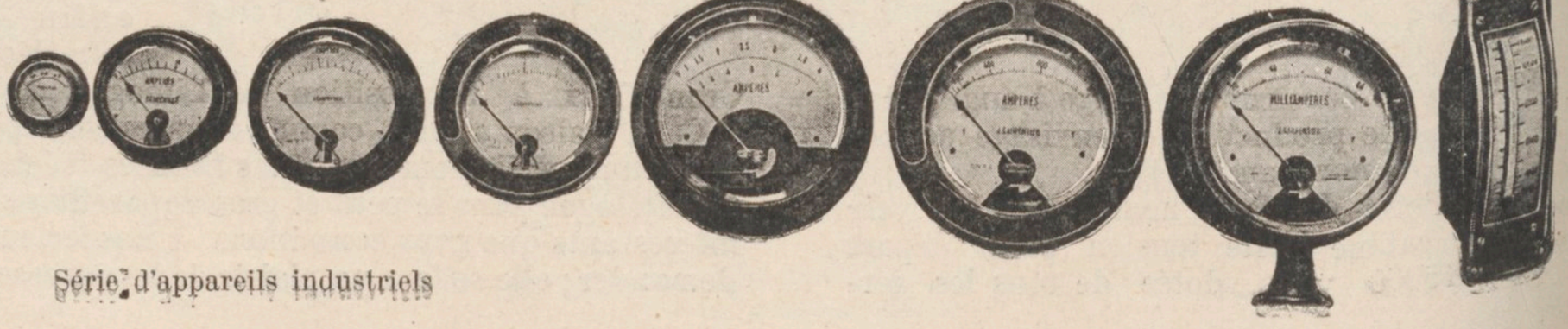
Traducteur Baudot

façon générale, tout ce qui se rattache à la construction des appareils de précision.




Wattmètre double à shunts

Le télégraphe Baudot a pris en particulier, depuis quelque temps, une extension mondiale et les Ateliers Carpentier, qui en ont étudié et mis au point les principaux organes et fournissent actuellement presque toutes les grandes nations, ont apporté dans ces appareils tous les perfectionnements que la pratique a pu indiquer. C'est ainsi qu'à côté des postes doubles ou quadruples à manipulation directe des installations courantes, des modèles de postes avec perforateur à clavier alphabétique et transmetteur automatique ont été étudiés pour obtenir le rendement maximum sur les lignes particulièrement chargées.



Série d'appareils industriels

Ancienne Maison J. BRUNT & Cie

# COMPAGNIE CONTINENTALE

## POUR LA FABRICATION

# DES COMPTEURS ET AUTRES APPAREILS

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 12.500.000 FRANCS

Siège Social :

**17, rue d'Astorg, 17**

**(Anciennement 9, Rue Pétrelle)**

**PARIS**

Téléphone : **Élysées** { **34-65** / **36-59**

Adresse Télégraphique : **COMPTEURS-BRUNT-PARIS**

*Usines à Paris, Lyon, Marseille, Bordeaux, Lille, Bruxelles, La Haye, Milan, Naples, Turin, Rome.*

La Compagnie Continentale pour la Fabrication des Compteurs et autres Appareils reprit en 1875 la maison Brunt et Cie, fondée en 1859, qui, alors, ne fabriquait que des compteurs à gaz.

C'est vers 1887 que les premiers compteurs d'électricité pour courant continu furent entrepris avec M. Desroziers, mais les premiers appareils vendus furent les compteurs à intégration Brillié, bientôt remplacés par les compteurs moteurs, système « Vulcain ».

Les compteurs moteurs peuvent être employés également en courant alternatif, mais ils comportent, comme les wattmètres, une cause d'erreur due à la réaction du fil fin.

Aussi ont-ils été remplacés par les compteurs à champ tournant qui, à l'origine, consistaient, comme on le sait, en un conducteur métallique massif de révolution, mobile autour de son axe et soumis à l'action de deux champs magnétiques alternatifs rectangulaires présentant une certaine différence de phase, l'un proportionnel au courant à mesurer, l'autre à la tension de distribution.

Le type « Cosinus » a été, pendant de nombreuses années, le plus en vogue.

A l'heure actuelle, tous les compteurs sont du type dit à induction.

Des perfectionnements successifs ont amené à un type réunissant toutes les qualités essentielles, à savoir :

1° Un couple moteur élevé;
2° Une consommation très faible;
3° Une grande exactitude à toutes les charges.

1° *Couple moteur.* — Le couple est le facteur le plus important.

Le couple moteur étant, en effet, proportionnel à l'énergie à mesurer, on conçoit que l'enregistrement sera d'autant plus exact (surtout aux faibles charges) que le couple moteur sera plus élevé par rapport aux couples résistants dus aux frottements inévitables. Or, la difficulté d'obtenir un fort couple réside dans le fait qu'il ne faut sacrifier aucune des autres qualités du compteur.

Si, en effet, on augmente le flux de tension, on augmente la consommation interne; si on augmente les ampères-tours d'intensité, la courbe d'erreur devient mauvaise par suite de la saturation rapide des tôles.

2° *Consommation interne.* — Dans le circuit intensité, la chute de tension causée par la résistance et la self-inductance de l'enroulement est généralement faible: le circuit tension, au contraire, absorbe nuit et jour une énergie constante appelée consommation à vide qui est loin d'être négligeable.

3° *Exactitude à toutes les charges.* — On se rend compte de cette exactitude en traçant des courbes d'étalonnage à toutes les charges et pour différents facteurs de puissance. Il est nécessaire que ces courbes ne soient pas influencées par des variations normales de tension, de fréquence et de température.

*Le nouveau modèle M.4 est un appareil de haute précision* donnant des conditions d'exactitude très supérieures à celles qui sont imposées par les règlements actuellement en vigueur.

Il possède toutes les qualités ci-dessus exposées :

Précision de l'enregistrement constante à tous les régimes.

Compensation parfaite du facteur de puissance, même pour les plus forts déphasages.

Indications indépendantes des variations de tension et de fréquence.

Consommation de 0,6 watt seulement dans le fil fin à 110 volts.

Démarrage au 1/500 de la charge assurant l'énergie à tous petits débits.

Extrême sensibilité sans marche à vide.

Réglages micrométriques indépendants les uns des autres.

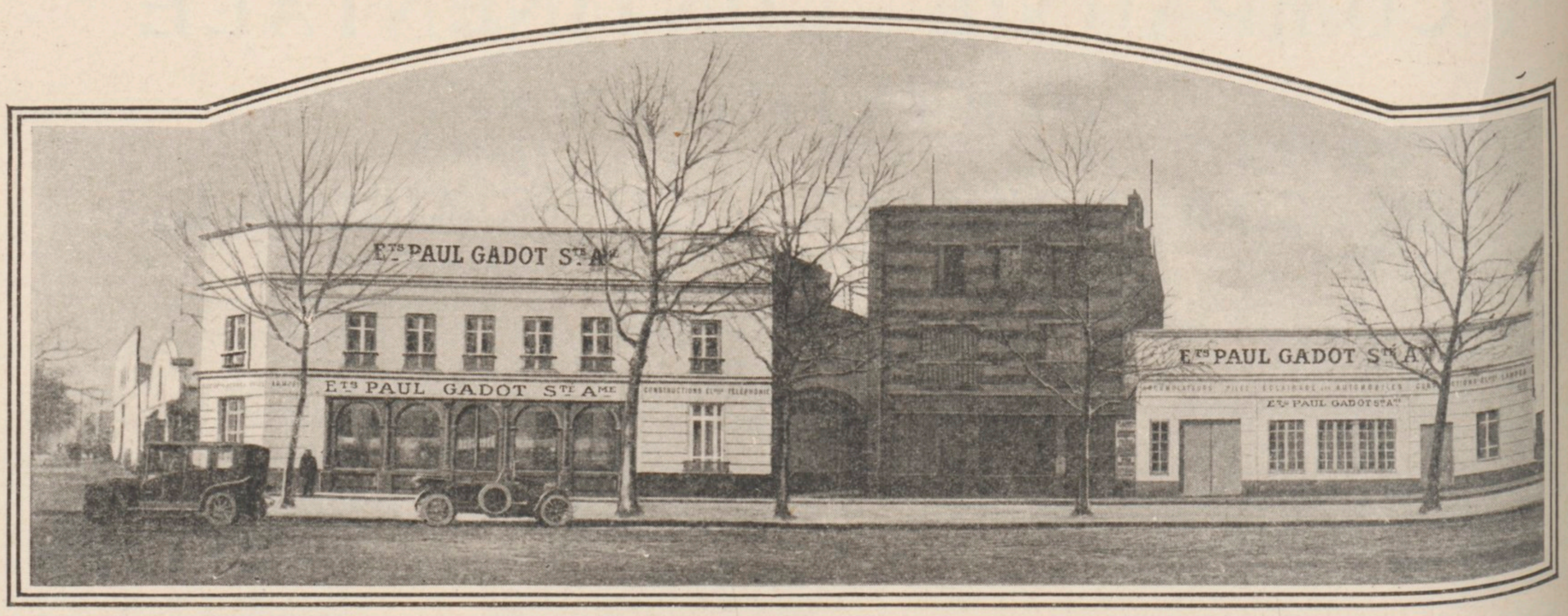
La Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs a mis au point tous les types de compteurs spéciaux :

Compteurs d'énergie réactive;

Compteurs à double tarif et indicateur de maximum à dépassement, etc.

# ETS PAUL GADOT, S. A.

**Porte Champerret – LEVALLOIS (Seine)**




Les Etablissements Paul Gadot, Société anonyme au capital de 2 000 000 francs, ont fait suite à la Maison Paul Gadot l'une des premières fabriques d'accumulateurs électriques, fondée en 1883.

Les Etablissements Paul Gadot construisent les accumulateurs pour toutes applications : éléments à poste fixe, pour la traction électrique, pour le démarrage et l'éclairage des automobiles, pour la télégraphie sans fil, la téléphonie, l'aviation, etc.

Les Etablissements Paul Gadot fabriquent aussi l'appareillage électrique spécial pour automobiles, tel que : prises de courant, interrupteurs, tableaux de commande, plafonniers, éclaireurs divers, allume-cigares, etc.

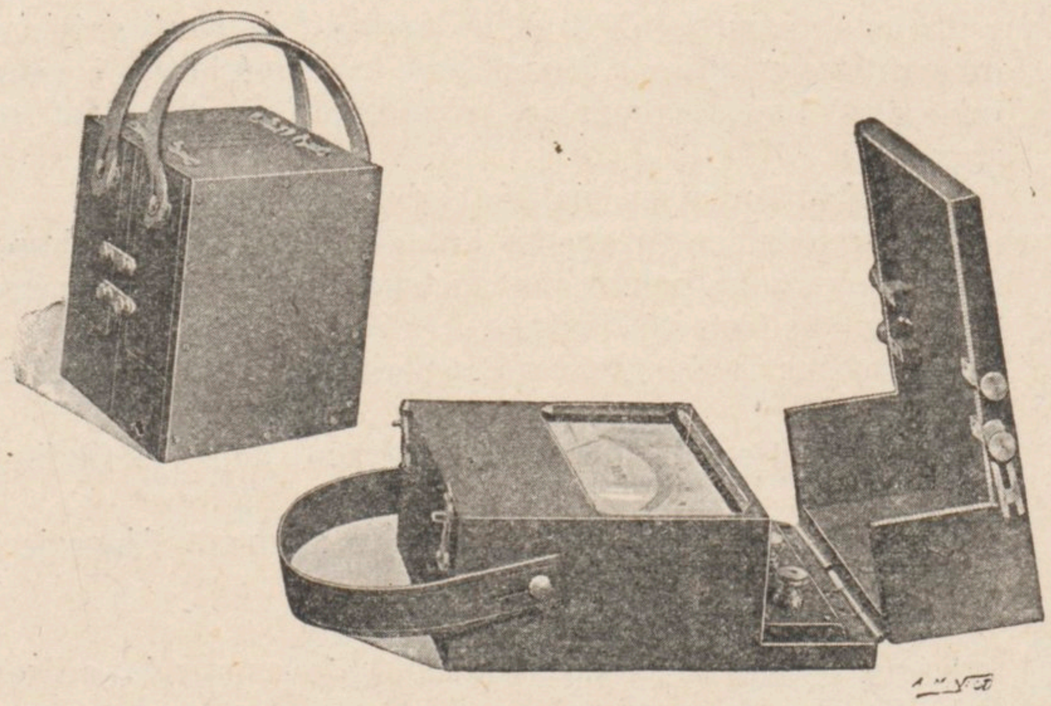
Les Etablissements Paul Gadot sont, enfin, les agents d'importants constructeurs de génératrices et moteurs de démarrage pour automobiles, de lampes électriques à filament métallique, d'appareils de téléphonie et de chauffage électrique.

---

# DA et DUTILH

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

**81, Rue Saint-Maur, PARIS (XIe).**



*Boîte de contrôle*

Les ateliers Da et Dutilh construisent tous les modèles *d'appareils de mesures électriques*, indicateurs de *tableaux* et de *contrôle : ampèremètres, voltmètres, wattmètres, fréquencemètres* et *phasemètres*.

Récemment, ils viennent d'apporter un perfectionnement notable aux *appareils électromagnétiques* en les munissant d'un dispositif original pour *compenser l'effet de l'hystérésis*, qui a été, comme on le sait, le principal obstacle au développement des appareils à fer doux. Ce dispositif nouveau donne à ces appareils, employés depuis longtemps à cause de leur robustesse et de leur prix réduit, la qualité qui leur a manqué jusqu'à présent, la *précision*, et il a permis de réaliser des *boîtes de contrôle* industrielles robustes et pratiques, fonctionnant indifféremment sur *courant continu et sur courant alternatif*.

Nous signalerons, en outre, les appareils spéciaux créés par ces constructeurs : *ohmmètres* et *microfaradmètres*.

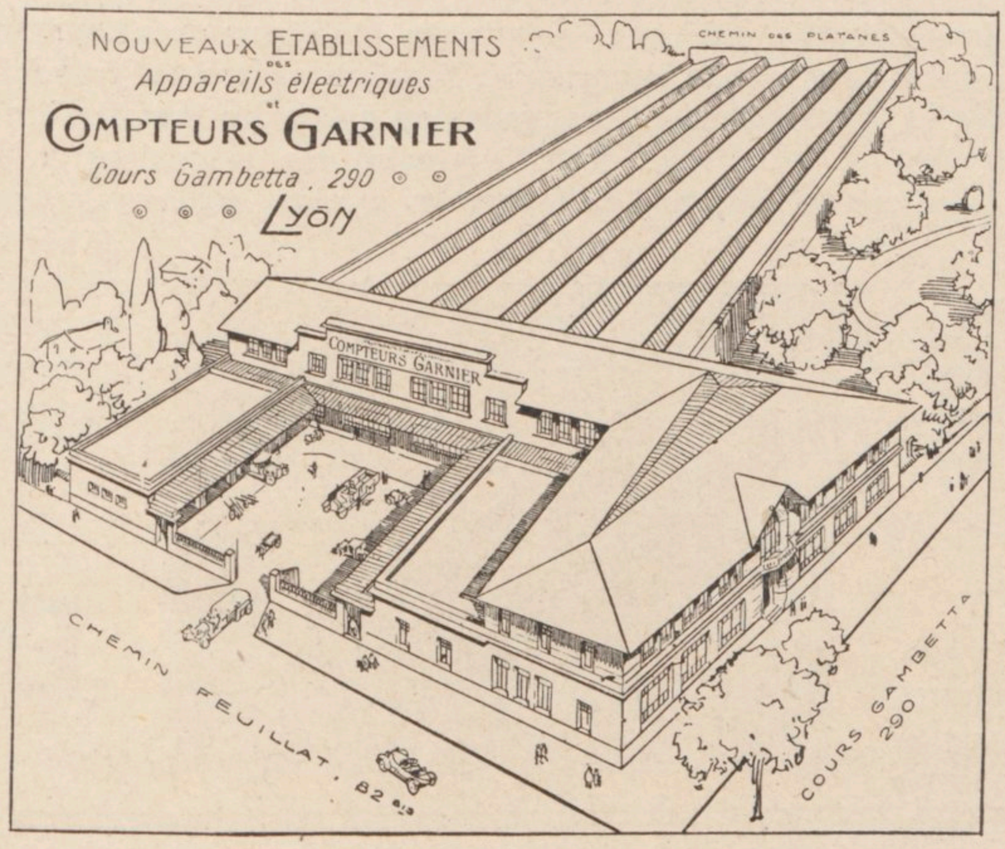
# APPAREILS ÉLECTRIQUES ET COMPTEURS GARNIER

Société anonyme au Capital de **1 200 000** francs

Siège social :

**LYON**

**23-25, Rue Cavenne**




*Maison à :*

**PARIS** (XVII^e^)

**115, Rue Cardinet**

Cette Société, au capital de 1 200 000 francs, prit en Juin 1920 la suite de la Firme J. GARNIER, LABORATOIRE INDUSTRIEL d'ELECTRICITÉ, fondée en 1907 et qui s'était spécialisée dans la construction de tous les appareils concernant l'électricité et plus particulièrement dans celle des compteurs électriques, type A. M. T., pour courants continu et alternatif.

Une Usine et un Laboratoire modèle, établis rue Cavenne, devinrent vite insuffisants, et pour permettre d'adjoindre à la fabrication des compteurs, celle des transformateurs de mesure, des ampèremètres et voltmètres, des limiteurs de courant, des allumeurs-extincteurs automatiques, elle loua une deuxième usine à LYON-VILLEURBANNE et en fit construire à LYON-MONPLAISIR une autre d'une superficie couverte de 6 000 mètres carrés en plein fonctionnement à l'heure actuelle.

Une maison de vente à PARIS avec Laboratoire, et de nombreuses Agences en FRANCE et à l'Etranger permettent à cette Société de voir son chiffre d'affaires augmenter chaque jour.

---

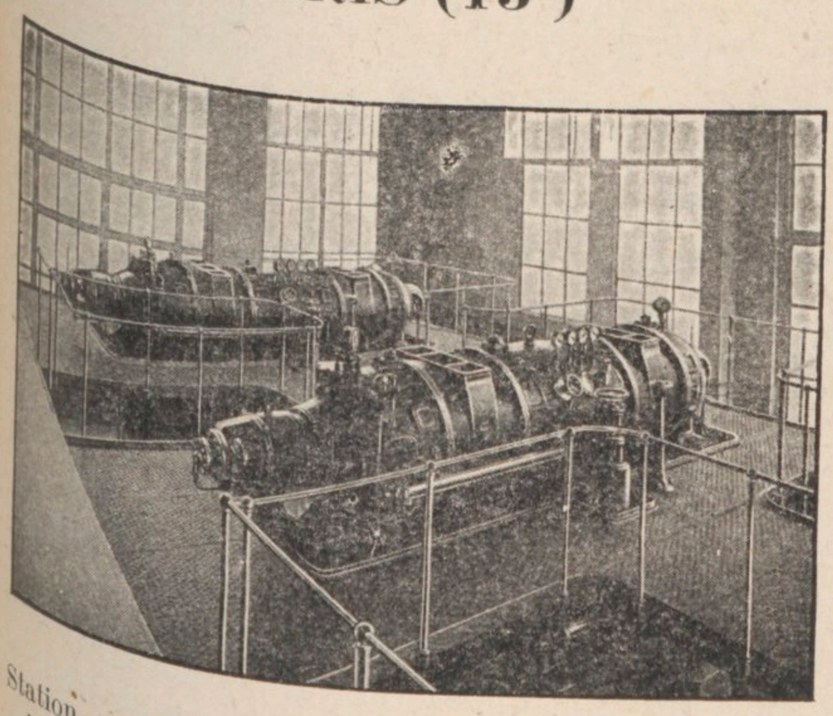
Anciens Établissements

# SAUTTER-HARLÉ

Société anonyme au Capital de 8 000 000 francs

**16 à 26, Avenue de Suffren**

**PARIS (15^e^)**



Station centrale de 4 000 kw, comptant 2 groupes de 1 000 kw et un groupe de 2 000 kw à turbine radiale à double rotation, système Ljungström, fournis par les Anciens Établissements Sautter-Harlé.

La maison **Sautter-Harlé**, dont l'origine remonte à 1825, eut ses modestes débuts dans l'atelier de l'opticien **Soleil**, où l'on construisit les premiers phares lenticulaires.

En 1852, cette industrie passa aux mains de Louis **Sautter** qui lui fit prendre rapidement un large développement; successivement, la raison sociale devint: **Sautter-Lemonnier et Cie**, **Sautter-Harlé et Cie**, puis **Harlé et Cie**.

Enfin, en 1915, la Société en commandite fut transformée en Société anonyme au capital de huit millions de francs, sous la raison sociale « **Anciens Établissements Sautter-Harlé** ».

En poursuivant les applications de l'Electricité, les Etablissements Sautter-Harlé furent amenés à créer et à développer un grand nombre de branches spéciales se rapportant à l'Industrie, à la Guerre et à la Marine.

La technique des phares amena naturellement les A.E.S.H. à s'occuper des machines électriques dès leur création, puis des machines à vapeur, des turbines à vapeur et, en général, de toutes les turbo-machines.

Les A. E. S. H. se sont constamment attachés au développement des applications de l'électricité à bord des navires de Guerre et de Commerce notamment en ce qui concerne les groupes électrogènes à vapeur ou à pétrole, les treuils et norias à munitions, les monte-escarbilles, les grues d'embarcation, projecteurs, la commande électrique des tourelles et des gouvernails, les pompes centrifuges de cales et de service et, en dernier lieu, la propulsion électrique des navires.

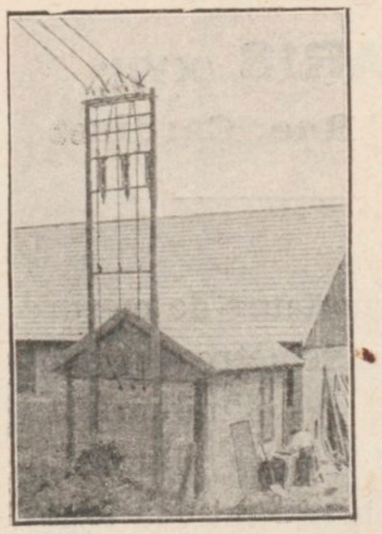
Les A. E. S. H. par leur puissante organisation technique qui rayonne sur un grand nombre de branches de l'activité industrielle, se trouvent admirablement placés pour l'étude et la réalisation des programmes les plus variés qui ressortent du domaine de la physique et de la mécanique appliquée.

Siège social :
12, Bd du Temple
PARIS

# L'ELECTRIFICATION INDUSTRIELLE

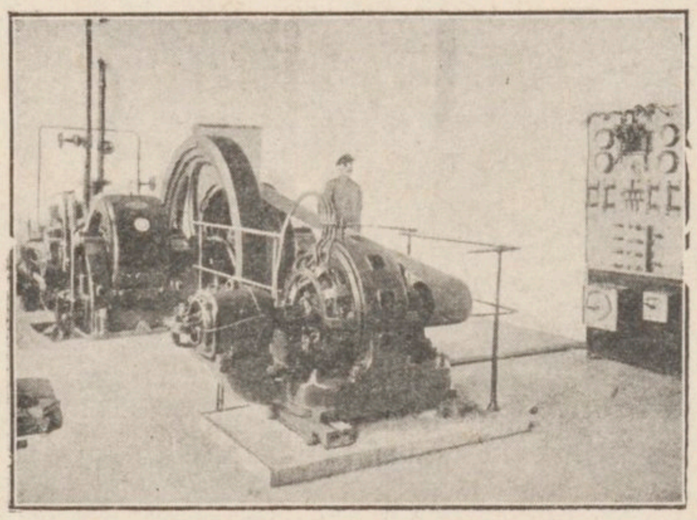
Téléph. Rég. { 19-15 07-04

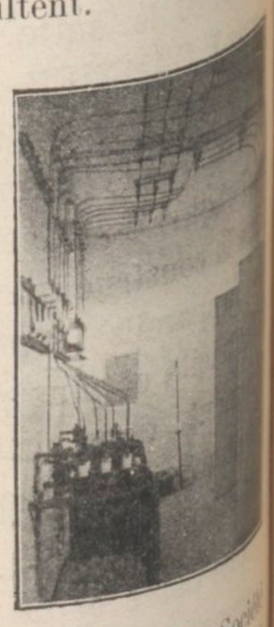
Société anonyme au Capital de 1 500 000 francs.



Cette jeune Société, qui a pris la suite des Établissements **Loustau**, s'est spécialisée dans les installations générales de moyenne importance : **Stations centrales hydrauliques et thermiques, sous-stations, postes de transformation, transmission d'énergie, installation de force motrice électrique**, etc.

La direction de cette Société a su s'adjoindre des techniciens de premier ordre connaissant à fond toutes les solutions actuellement en faveur des grands problèmes concernant l'emploi et la transmission de l'énergie électrique. Cette Société fournit aussi des études remarquées tant par la hardiesse des solutions préconisées que par les économies souvent importantes qui en résultent.





Afin de pouvoir conserver la responsabilité des entreprises générales et éviter les inconvénients bien connus de la centralisation sous une même firme de services par trop différents, **l'Électrification industrielle** s'est intéressée dans les sociétés réputées pour leurs travaux et leur fabrication et s'occupant respectivement d'entreprises de maçonneries, de construction de moteurs hydrauliques, de construction de matériel mécanique et électrique, etc. La Société est ainsi à même de fournir rapidement des devis d'entreprises générales d'usines génératrices complètes avec transmission d'énergie, sous-stations et comprenant jusqu'aux réseaux secondaires de distribution s'il y a lieu.

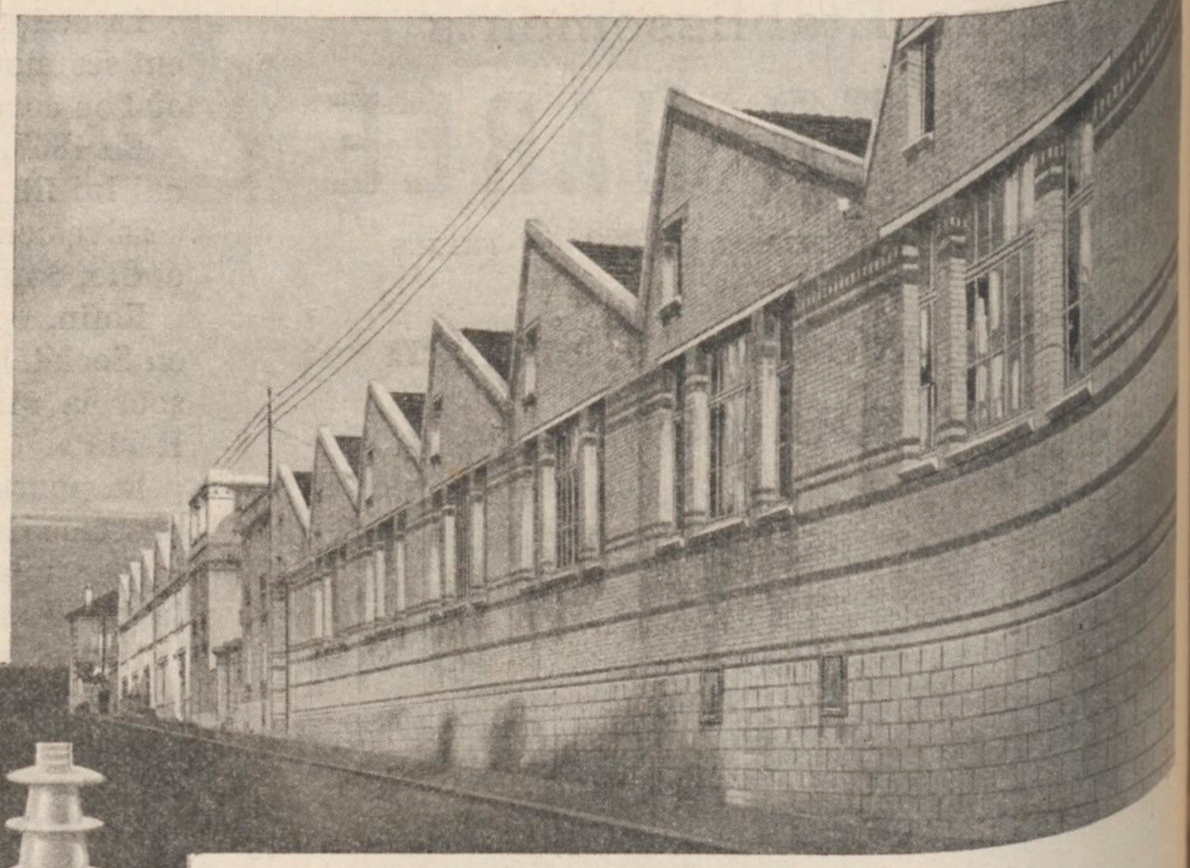
**L'Électrification industrielle** possède, en outre, un service spécial d'études se tenant à la disposition de toute Société ou Industriel, de toute Ville ou Service, de tout Syndicat, Coopérative, etc., pour fournir gracieusement une étude donnant les solutions économicotechniques des problèmes qu'ils désirent voir résoudre au mieux de leurs intérêts.

## Compagnie CEMDEM

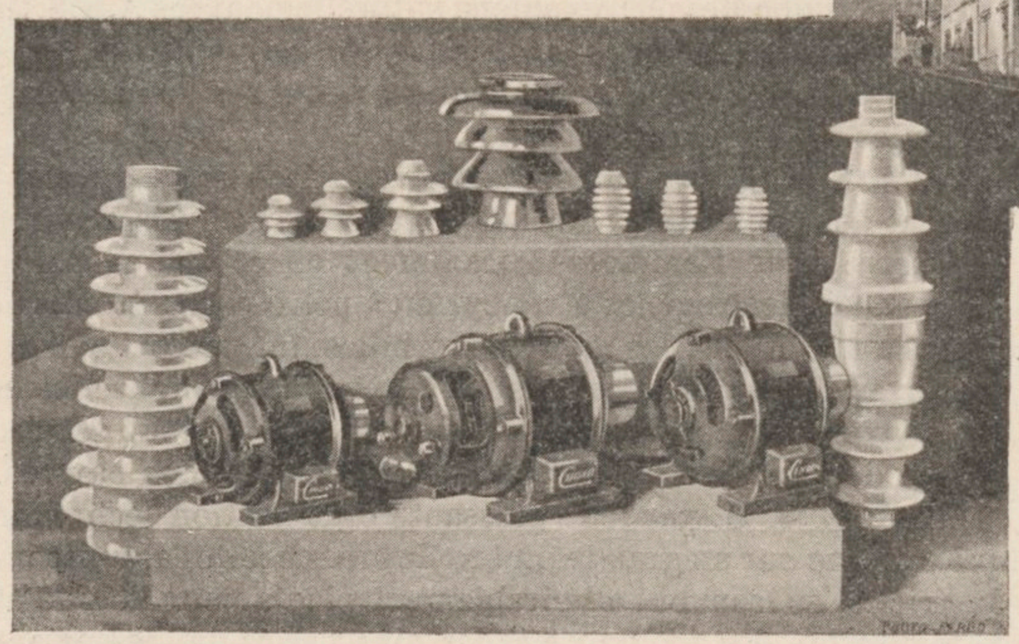
*à MONTREUIL-SOUS-BOIS (Seine)*

La Compagnie CEMDEM, fondée pendant la guerre pour répondre aux besoins de l'Aéronautique militaire, a su, depuis l'armistice, adapter son matériel de machines-outils aux fabrications de l'heure présente. Réalisant un effort superbe, elle s'est en outre adjoint une importante section Céramique.

Ses Usines, construites suivant toutes les exigences modernes, s'étendent actuellement sur une superficie d'environ 8 000 mètres carrés.



Façade des Usines sur la rue Condorcet.



Porcelaines et Moteurs de fabrication CEMDEM.

Sous l'impulsion énergique et éclairée d'une direction soucieuse de réaliser des progrès constants, la Cie CEMDEM a pris une place de tout premier ordre parmi les fabricants de "Porcelaines électrotechniques pour haute et basse tension" tout en se signalant par la construction irréprochable de ses "Moteurs électriques à courants alternatifs et continu" de petite et moyenne puissance.

# LE DÉVELOPPEMENT
## DES DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
## EN FRANCE

---

I. A l'origine, l'énergie électrique produite sous forme de courant continu, soit par des batteries de piles, soit par des dynamos, était uniquement utilisée pour l'éclairage. On avait ainsi, d'une part, un générateur statique ou rotatif, et, d'autre part, un appareil récepteur transformant l'énergie produite en chaleur et en lumière.

Mais ces premières applications n'avaient pas encore mis en évidence le principe de la réversibilité des machines électriques, c'est-à-dire la possibilité du passage de la même machine de l'état moteur à l'état générateur. Il faut arriver jusqu'à l'Exposition de Vienne en 1873 pour réaliser la première transmission d'énergie : le courant produit par une dynamo génératrice servait à entraîner une seconde dynamo du même type fonctionnant en moteur.

La première application de la transmission de l'énergie par l'intermédiaire de l'électricité était ainsi réalisée. Elle devait conduire, après bien des tâtonnements et des perfectionnements, aux transmissions de très grandes quantités d'énergie à des distances considérables, au moyen de réseaux à divers étages de tensions.

Marcel Deprez fut probablement le premier à montrer que la transmission à longue distance d'une puissance donnée exige une tension suffisamment élevée, afin de réaliser, d'une part, un rendement convenable et, d'autre part, un écart relatif des tensions aux deux extrémités de la ligne suffisamment faible pour que l'énergie transmise soit le moins dépréciée possible. Desprez étudia plus particulièrement la méthode de transmission par courant continu à tension constante et réalisa quelque transmissions intéressantes, telles que celle que l'on put voir à l'Exposition de Munich (à 2 400 volts) et celle établie en 1887 entre Creil et Paris (à 10 000 volts).

Bien que la découverte de l'alternateur ait précédé celle de la dynamo, le courant alternatif fut longtemps délaissé. Il est vrai que sa théorie était plus compliquée que celle du courant continu ; on doit à Joubert la première théorie simple des alternateurs et l'explication de l'influence de la self-induction et de la capacité des circuits parcourus par des courants alternatifs sinusoïdaux. Cela

explique le peu de faveur qu'eut le courant alternatif juqu'au moment où Gaulard réalisa le transformateur statique qui permettait d'appliquer à la transmission par courant alternatif l'idée de Marcel Deprez de l'emploi d'une tension élevée en vue d'améliorer le rendement et la régulation. Cette simplicité de la transformation, d'une part, et, d'autre part, la simplicité des moteurs asynchrones à cage d'écureuil étudiés avec beaucoup de succès par divers constructeurs français et notamment par M. Maurice Leblanc et par M. Boucherot, qui ont proposé divers dispositifs fort ingénieux, paraissent être les deux causes déterminantes qui ont contribué puissamment à généraliser, au début, l'emploi du courant alternatif et à favoriser son développement presque exclusif.

Tout au plus, trouve-t-on encore quelques distributions à courant continu, soit à potentiel constant relativement bas, pour l'éclairage, soit à courant constant, pour la transmission d'énergie.

Ce dernier système connu sous le nom de système Thury fonctionne, à l'heure actuelle, d'une manière tout à fait satisfaisante entre Moutiers et Lyon (1).

En dehors de cet exemple, les transmissions établies en France utilisent toutes le courant alternatif et sont à potentiel constant, ou presque constant. Cette tension diffère non seulement suivant l'importance et l'étendue du réseau desservi, mais aussi suivant l'époque de l'installation. On n'est pas arrivé, en effet, immédiatement aux tensions élevées actuelles et la transmission à 120 000 volts préconisée depuis plus de quinze ans par les auteurs du projet de la transmission d'énergie de Bellegarde à Paris, par exemple, paraissait alors une limite supérieure. Cette tension et même celle de 150 000 volts sont envisagées actuellement pour tous les grands réseaux en construction et en projet. Le graphique de la figure 1 permet de suivre l'accroissement continu des tensions des transmissions année par année, et indique les tensions les plus élevées des transmissions d'énergie.

Cette courbe en paliers résume l'évolution des progrès réalisés par les ingénieurs électriciens et, en particulier, par les constructeurs pour la mise au point des machines électriques, des transformateurs, de tout l'appareillage et du matériel de ligne, adaptés à ces tensions.

La tension de 220 000 volts est la plus haute tension adoptée actuellement pour quelques lignes américaines. Il semble qu'elle doive toutefois être réservée à la transmission d'un gros bloc d'énergie à coefficient d'utilisation très élevé. Ce sera, par exemple, le cas de la transmission projetée entre Génissiat et Paris. L'appareillage tant des postes que des lignes est assez au point pour que la réalisation d'une transmission à cette tension offre une sécurité suffisante.

Cependant, dans la plupart des cas, on peut se contenter d'une tension plus basse. Il est, en effet, bien inutile d'établir une ligne très coûteuse

(1) La transmission à courant constant, installée par M. Thury entre Saint-Maurice et Lausanne en 1902, a été remplacée en 1919 par une transmission à courant triphasé à 55 000 volts. La canalisation primitive est conservée et sert de ligne de secours.

pour la transmission d'une faible quantité d'énergie à petite distance.

La détermination de la tension la plus économique d'un réseau de transmission donné est une question extrêmement complexe ; cette tension est fonction, en effet, de nombreuses variables, telles que la puissance à transmettre, la distance, le facteur de la charge, le prix de l'énergie perdue en ligne. Il est donc nécessaire, dans les projets, d'effectuer des tâtonnements nombreux et fastidieux pour

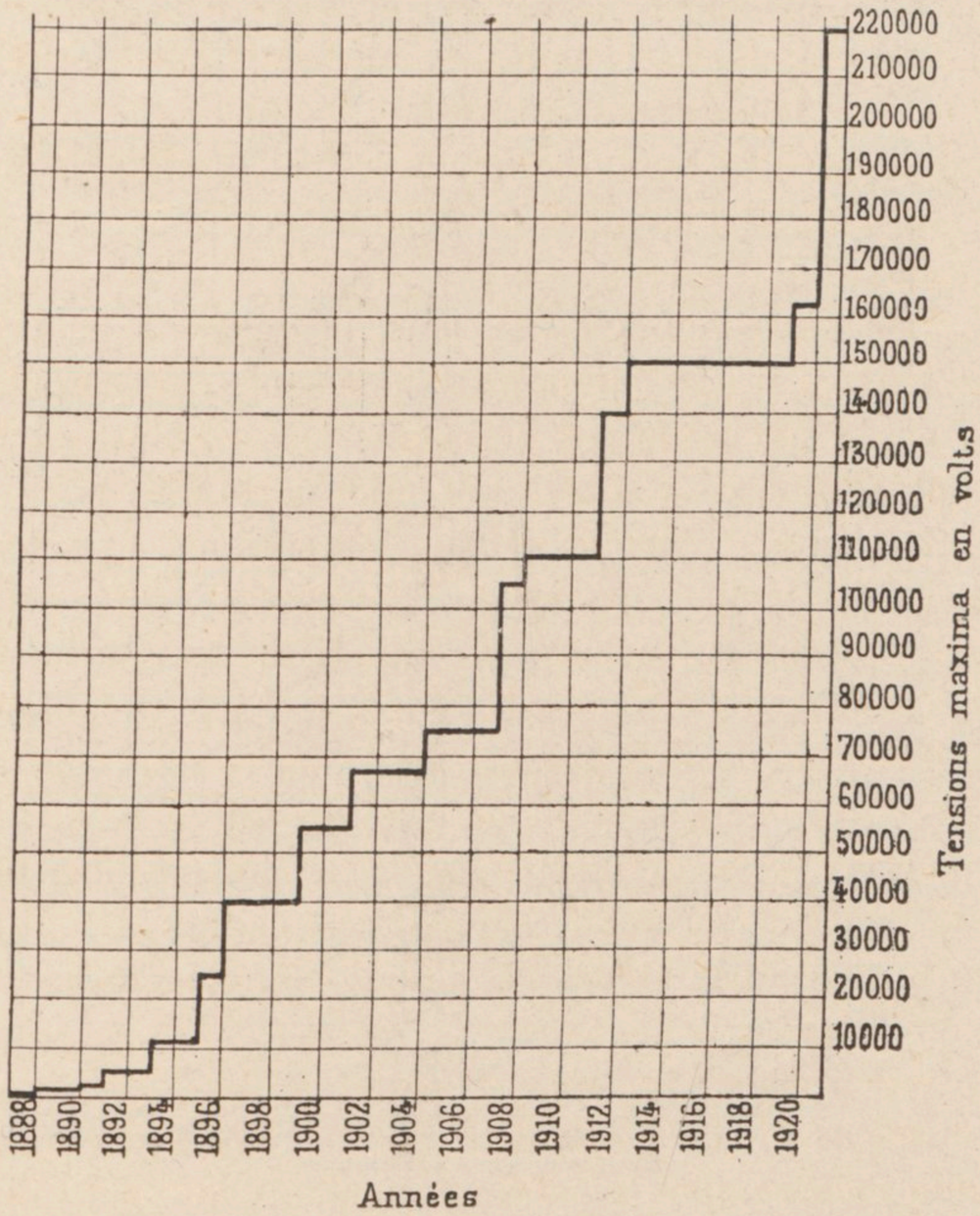



Fig. 1. — Accroissement des tensions de transmission de l'énergie électrique.

rechercher les conditions optima correspondant à chaque cas particulier. Ces tâtonnements peuvent être simplifiés et considérablement réduits par l'emploi de formules empiriques provenant de la comparaison de réseaux existants. La relation suivante indiquée par M. A. Still (1) permet d'établir l'ordre de grandeur de la tension.

Soit 3 $P_1$ la puissance, exprimée en kilowatts, transmise à $x$ kilomètres par une ligne triphasée ; $U_1\sqrt{3}$, la tension entre phase, en kilovolts, on a :

$$U_1\sqrt{3} = 5{,}5\sqrt{\frac{x}{1{,}609} + \frac{3P_1}{100}}.$$

(1) Alfred Still. *Electric Power Transmission.*

Cette formule peut être appliquée pour des transmissions à des distances supérieures à 30 kilomètres.

Nous avons établi, à partir de cette formule, l'abaque de la figure 2 dans lequel les abscisses indiquent la distance de la transmission en kilomètres et les ordonnées, la puissance transmise par ligne triphasée (1). Chaque droite oblique de l'abaque correspond à une tension déterminée.

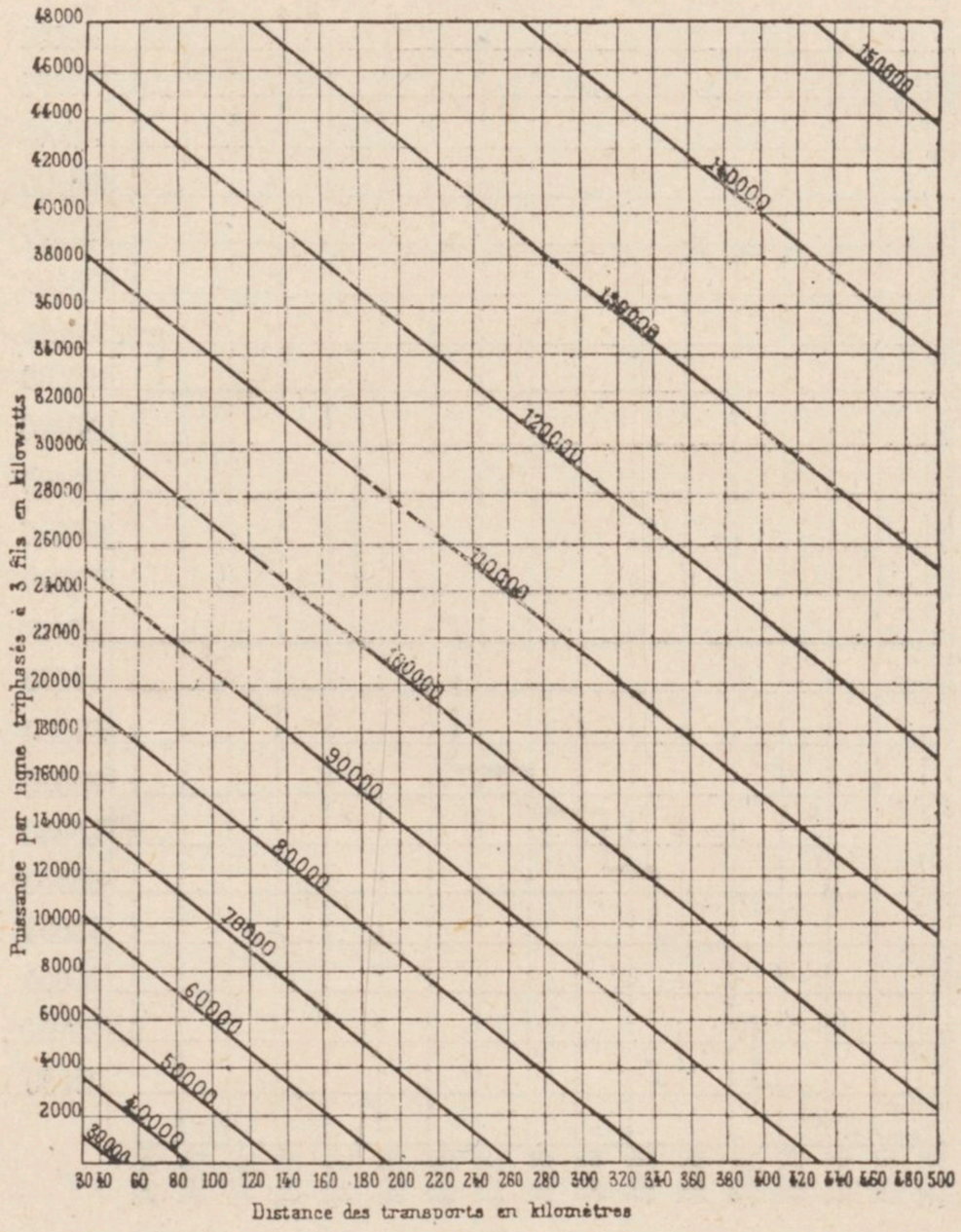



Fig. 2. — Abaque pour le calcul approché de la transmission d'une puissance donnée à une distance donnée.

Soit, par exemple, à transmettre 26 000 kw à 280 km ; l'abaque donne 115 000 volts environ. On choisira la tension normale la plus voisine, soit 120 000 volts. Pour un transport de 13 000 kw à la même distance, la tension économique serait de l'ordre de 96 000 volts environ.

Les valeurs ainsi obtenues ne donnent évidemment qu'une idée générale ; elles sont souvent modifiées soit par un examen plus complet, et particulièrement par des tâtonnements numériques assez longs, soit surtout par d'autres

(1) Voir Ch. Lavanchy ; Relations entre la tension, la longueur d'une ligne et la puissance à transmettre. Rapport présenté à la Conférence internationale des grands Réseaux de Transport d'Energie à très haute Tension, novembre 1921.

considérations qui souvent sont capitales, telles que proximité de réseaux existants, programmes d'expansions ultérieures, etc...

L'emploi des courants alternatifs provoqua, au début, quelques surprises, dont la plus curieuse est probablement celle constatée par Ferranti à la mise en route de la transmission par courant alternatif monophasé à 10 000 volts entre la Centrale de Deptford et un des districts de Londres. Cette transmission se faisait par câble. On constata que, dans le cas des très faibles charges, la tension à l'arrivée à Londres était supérieure à celle mesurée à la station génératrice. Ce phénomène qu'ont expliqué plus tard les mathématiciens Heaviside pour l'Angleterre et Vaschy pour la France fut désigné par le terme « d'effet Ferranti ».

Ces travaux furent le point de départ de la technique, actuellement très développée, du fonctionnement des réseaux à très haute tension.

On constata, d'autre part, que l'emploi du moteur synchrone comme compensateur de phase permet de réaliser des transmissions à très faible chute de tension et même à chute de tension nulle à toute charge et en tout point du réseau si cela est nécessaire (1).

II. Le courant alternatif est ainsi devenu la forme actuelle de transmission de l'énergie électrique, grâce à sa facilité de transformation par des organes statiques à rendement extrêmement élevé et grâce aussi à la souplesse de ces transmissions, principalement au point de vue de la régulation. Sans préjuger de l'avenir, ni définir la place qui sera faite aux distributions à courant continu à haute tension, il nous suffit de constater qu'en France, comme ailleurs, on construit et on construira encore des lignes de transmission à courant alternatif, dont le fonctionnement est très satisfaisant.

Les installations primitives locales se sont développées pour devenir régionales, et à l'heure actuelle on songe de plus en plus à l'interconnexion de réseaux ou de centrales pour profiter du facteur de diversité et du coefficient d'utilisation de la charge, ou pour utiliser au mieux les sources d'énergie plus ou moins intermittentes. Cette marche en parallèle soulève cependant des questions nombreuses et encore incomplètement résolues.

Des considérations diverses interviennent pour fixer l'économie réalisée par l'énergie électrique d'origine hydraulique et thermique, et pour sa transmis-

(1) A ce propos, nous devons cependant signaler les inconvénients de la marche à potentiel constant dans le temps et dans l'espace qui paraît préconisée à l'heure actuelle. Cette marche ne peut être obtenue qu'en réalisant pour la charge un facteur de puissance en *avance* et qui, pour des transmissions de 100 à 200 km, atteint 0,9 environ. Il en résulte, d'une part, une dépense en moteurs synchrones souvent considérable, leur puissance apparente devant être du même ordre que celle de la charge elle-même quand cette dernière est supposée avoir un facteur de puissance de 0,85 ; d'autre part, une utilisation plus mauvaise des postes et des alternateurs que dans la marche au voisinage du facteur de puissance voisin de l'unité. Il semble donc que la régulation parfaite, dans le temps et dans l'espace, doive être réservée à des cas particuliers, ou peut-être aux réseaux d'interconnexion, mais non aux réseaux de distribution eux-mêmes, au moins tant qu'on n'aura pas trouvé un moyen de régulation moins onéreux.

sion à des distances plus ou moins grandes à des tensions plus ou moins élevées.

A un point de vue restreint, limité à la considération d'un prix de revient minimum, on doit constater que le facteur distance est favorable au charbon. La transmission de l'énergie à grande distance par fil devient, en effet, plus onéreux que son transport par rail, tout au moins quand on n'envisage que les charbons à pouvoir calorifique élevé. On peut ainsi tracer autour de chaque centre de production d'énergie hydroélectrique une zone d'action économique en dehors de laquelle il sera plus avantageux de produire sur place l'énergie électrique par usine thermique.

A un point de vue général, cependant, nous avons le devoir de ménager le charbon le plus possible et de le réserver pour les industries qui, comme la métallurgie, ne pourront s'en passer de longtemps. En ce qui concerne la France, ont peut remarquer que, dans la période qui a précédé la guerre, la consommation annuelle du charbon n'a d'ailleurs cessé de croître, ainsi que l'indiquent les statistiques, dans lesquelles nous relevons les chiffres suivants :

| | |
|---|---|
| 1903..... | 44 810 milliers de tonnes |
| 1908..... | 54 650 — — |
| 1913..... | 64 730 — — |

Dans cette même période, la puissance installée en usines hydroélectriques est passée de 300 000 à 800 000 chevaux et, d'une façon générale, il n'y a pas eu substitution de la houille blanche à la houille noire, mais bien création d'entreprises nouvelles.

Les capitaux investis en France dans l'aménagement des chutes d'eau s'élevaient en 1913 à 800 millions de francs; et de 1913 à 1922 les dépenses nouvelles se sont élevées à plus de 700 millions de francs. La puissance aménagée correspondante est très voisine de 2 millions de chevaux (1 900 000 chevaux en 1919). Ce dernier chiffre nous place en tête des pays d'Europe au point de vue de la puissance installée, ainsi que l'indique le tableau suivant (1).

| | Puissance aménagée. en chevaux. |
|---|---|
| France..... | 1 900 000 |
| Norvège..... | 1 120 000 |
| Italie..... | 1 076 000 |
| Suède..... | 704 000 |
| Allemagne..... | 618 000 |
| Autriche-Hongrie..... | 566 000 |
| Suisse..... | 526 000 |
| Espagne..... | 500 000 |

(1) Chiffres extraits du Rapport général sur l'Industrie française publié en 1919 par la Direction des Etudes techniques du Ministère du Commerce.

Ces chiffres peuvent être rapprochés de ceux correspondant à la puissance totale disponible dans chaque pays ; le tableau suivant donne, d'une part, la puissance disponible en eaux moyennes (1) pour divers pays ; d'autre part, la proportion de cette puissance aménagée.

| | Puissance hydroélectrique disponible en eaux moyennes en chevaux. | Puissance aménagée en centièmes de la puissance disponible. |
|---|---|---|
| France | 9 500 000 | 20 |
| Norvège | 7 500 000 | 14,9 |
| Suède | 6 750 000 | 15,9 |
| Autriche-Hongrie | 6 450 000 | 10,4 |
| Italie | 5 500 000 | 19,6 |
| Espagne | 5 000 000 | 10 |
| Suisse | 3 000 000 | 17,5 |
| Allemagne | 1 450 000 | 42,6 |
| Angleterre | 396 000 | |

La France occupe ainsi le second rang dans l'aménagement relatif des ressources en énergie hydroélectrique, le premier rang revenant à l'Allemagne qui malgré ses faibles ressources totales, en a aménagé 42,6 pour 100. Nous sommes suivis de très près par l'Italie (19,6 pour 100) et par la Suisse (17,5 pour 100), de plus loin par la Suède (15,9 pour 100) et par la Norvège (14,9 pour 100).

D'autre part, le capital investi en France dans l'industrie de la construction électrique s'élevait, en 1913, à 307 millions de francs; l'année 1913 a donné lieu à elle seule à une production de matériel électrique de 193 millions de francs.

Ces quelques chiffres, quoique un peu anciens, sont suffisants cependant pour donner une idée de la place importante qu'occupait, à la veille de la guerre, l'industrie électrique dans l'activité industrielle de notre pays.

L'énergie électrique, et particulièrement celle d'origine hydraulique, a joué un rôle considérable dans les travaux de guerre et a été un des facteurs déterminants de la victoire définitive,

A partir de 1918, elle a repris son véritable rôle de progrès dans la paix ; et on peut constater qu'à l'heure actuelle les applications industrielles de l'électricité tendent à pénétrer dans toutes les branches de l'activité humaine,

Au point de vue de l'*éclairage*, l'électricité conduit à une solution qui l'emporte sur toutes les précédentes par sa commodité d'emploi et d'entretien, par sa sécurité, son hygiène, son esthétique et son prix très abordable qui a permis sa large diffusion parmi toutes les classes de la société. En 1916, 5 millions d'habitants recevaient leur éclairage d'usines hydroélectriques; cependant, il y a encore actuellement en France près de vingt mille communes non desservies par des réseaux d'électricité et il est certain que, durant les prochaines

(1) Chiffres extraits du Rapport général sur l'Industrie française publié en 1919 par la Direction des Etudes techniques du Ministère du Commerce.

années, dès que la stabilisation des cours des matériaux le permettra, une grande activité se produira de nouveau dans les industries électriques.

Au point de vue de la production de la *force motrice*, l'électricité a trouvé des applications heureuses dans l'aménagement des ateliers pour l'entraînement des machines-outils ou pour la manœuvre des grues, monte-charges et ponts roulants, et dans l'exploitation agricole pour l'entraînement des machines fixes telles que les batteuses à grains, ou des machines mobiles, telles que les charrues.

Au point de vue de l'*électrométallurgie* et de *l'électrochimie*, les développements de l'aménagement des chutes, en particulier, ont fait faire à ces industries des progrès rapides. La production des aciers fins, des ferros, du carbure de calcium et des produits azotés ou chlorés a contribué à l'enrichissement de l'économie nationale.

Enfin, l'application de l'énergie électrique à la *traction* sera réalisée dans un avenir relativement prochain.

Les principaux avantages que l'on peut retirer de l'électrification des lignes de chemins de fer d'intérêt général sont :

Economie sensible des frais de main d'œuvre et de surveillance par la réunion des génératrices en une seule station centrale ;

Commodité de l'adaptation du moteur électrique à la commande des essieux du matériel roulant ;

Répartition de l'effort sur chaque voiture par l'emploi des automotrices ;

Stationnements réduits au minimun et meilleure utilisation des quais, puisqu'il n'y a plus à faire le ravitaillement en charbon et en eau.

Cependant on se heurte, dans cette électrification, à des difficultés financières considérables : les compagnies qui ont immobilisé de très gros capitaux, hésitent à supprimer ou à transformer un matériel incomplètement amorti.

III. Nous ne pouvons songer à donner ici un résumé général du développement continu des diverses sociétés de distribution d'énergie ; nous ne nous arrêterons que sur quelques exemples. D'ailleurs, la plupart présentent des développements semblables.

*La Société générale de Force et Lumière* présente un intérêt particulier à cause de la production mixte de courant continu série et de courant triphasé.

La plus ancienne usine de cette Société est celle d'Avignonet, sur le Drac, mise en service en 1902 et dont la puissance est de 6 500 kw. Depuis, de nouvelles usines sont venues augmenter progressivement la puissance utilisable qui, en 1902, se montait à 63 700 kw. Ces sources d'énergie se répartissent en trois catégories :

1° Les stations génératrices hydroélectriques produisant du courant continu série. Ce sont les usines de Moutiers et Bozel en Savoie et Fond-de-France dans l'Isère branchées en série sur une même ligne à courant continu de 220 km de

longueur fonctionnant sous une tension variable de 0 à 100 000 v. Ce groupe d'usines représente une puissance d'environ 20 000 chevaux.

2° Les stations génératrices hydroélectriques produisant du courant alternatif triphasé à 50 périodes par seconde. Ce sont les usines d'Avignonet, de la Bridoire, de Gavet, d'Allemont et les deux usines de Bellegarde qui fournissent du courant à 45 000 volts sur un réseau primaire d'environ 1 000 km de développement. Ce deuxième groupe d'usines correspond à une puissance voisine de 40 000 chevaux.

3° Une usine centrale à vapeur 4 000 kw produisant du courant triphasé à 10 000 volts.

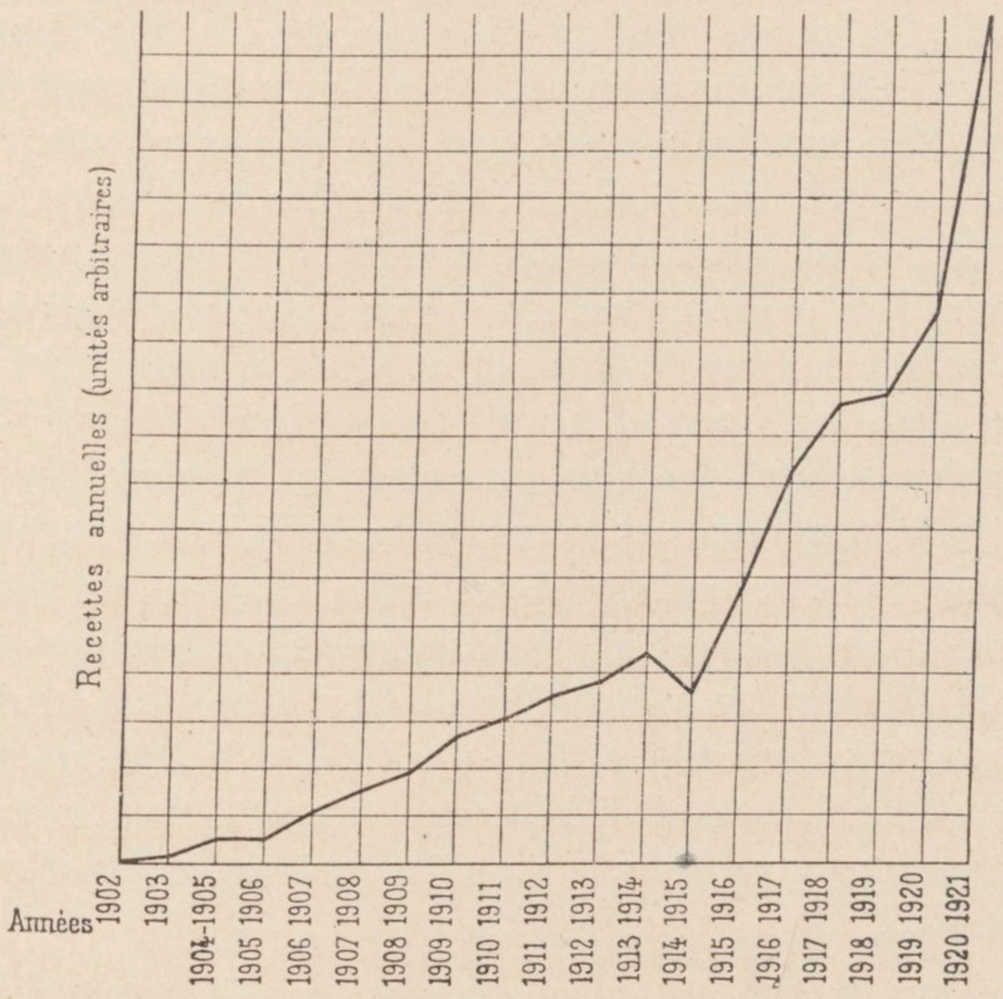



Fig. 3. — Graphique indiquant l'accroissement des recettes de la Société de Force et Lumière (réseau mixte à courant alternatif et courant continu série)

4° Un moteur Diesel de 4 000 chevaux, produisant également du courant triphasé à 10 000 volts.

En principe, l'énergie sous forme de courant continu série est destinée à Lyon et l'énergie sous forme de courant triphasé est destinée à la distribution dans les départements de l'Isère, de l'Ain, du Rhône, de la Drôme, de l'Ardèche et de la Loire.

Une station (Vaulx-en-Vélin) est chargée d'établir la liaison de ces diverses sources d'énergie par le moyen de groupes de transformation continu alternatif réversibles.

L'énergie thermique à 10 000 volts vient de même s'accoupler au secondaire des deux réseaux principaux. On se fera une idée du développement finan-

cier de la Société générale de Force et Lumière en examinant le graphique de la figure 3 qui indique les recettes annuelles, produit de la vente d'énergie. A l'exception d'une légère chute dans la période 1914-1915, les recettes ont continué à s'accroître très régulièrement.

*La Compagnie électrique de la Loire et du Centre* présente un intérêt particulier à cause de la conjonction réalisée entre ses usines thermiques et hydrauliques. En effet, quelle que soit son origine, l'énergie hydroélectrique suit fatalement les fluctuations du débit ou de la hauteur de chute du fluide moteur. Le cas le plus frappant est celui des marées qui fournissent un travail intermittent de durée variable, chaque période de travail étant séparée par une période de production nulle, au moins tant qu'on considère le fonctionnement d'un bassin unique. Pour être moins marquées, ces fluctuations existent cependant dans la production de l'énergie obtenue par l'aménagement des cours d'eaux. A ce point de vue, on sait que l'on peut classer les rivières en deux grandes catégories : d'une part, celles dont la majeure partie de l'eau provient des régions des glaciers ou des neiges perpétuelles, d'autre part, celles qui sont plus particulièrement alimentées par de l'eau de pluie. Les premières présentent un maximum de débit très net dans les mois d'été et une période d'étiage dans les mois d'hiver. Les secondes roulent leurs grosses eaux au moment des chutes abondantes de pluie, dont la période est naturellement variable suivant les saisons. Cependant, ces crues, plus ou moins subites selon la nature du sol et des végétaux qui le recouvrent, se présentent généralement au printemps et en automne. Ces deux types de rivières ne sont évidemment pas nettement délimités ; par exemple, les cours d'eau descendant des Alpes peuvent être grossis d'affluents à caractère différent. C'est le cas de l'Isère qui en grossissant se transforme peu à peu, tendant à perdre en partie son caractère nettement alpestre qu'elle a au voisinage de sa source.

Il résulte de ces remarques bien connues, que l'énergie hydroélectrique peut se décomposer en deux parties, l'une correspondant au débit d'étiage pouvant être entretenue toute l'année et qui, par conséquent, constitue l'énergie *constante* directement vendable ; l'autre, variable, venant se superposer au débit d'étiage.

On a cherché depuis longtemps à régulariser cette production d'énergie soit en *accumulant* une partie de l'énergie intermittente pour la répartir au mieux des besoins, soit en *suppléant* à l'énergie des périodes d'étiage par l'apport d'énergie nouvelle produite par des centrales dites de secours.

L'accumulation électrique à laquelle on pourrait songer, tout d'abord, est coûteuse et peu pratique à cause de l'obligation d'utiliser des batteries d'accumulateurs dont l'entretien est élevé et le rendement en énergie bas.

L'accumulation thermique sous forme de vapeur chauffée électriquement ne semble pas économique non plus.

L'accumulation hydraulique est employée toutes les fois que la disposition du terrain se prête à l'établissement d'un réservoir de capacité suffisante.

Enfin, on a créé des centrales thermiques de secours, à vapeur, à pétrole ou à huiles lourdes (moteur Diesel). Mais les progrès réalisés par les transmissions

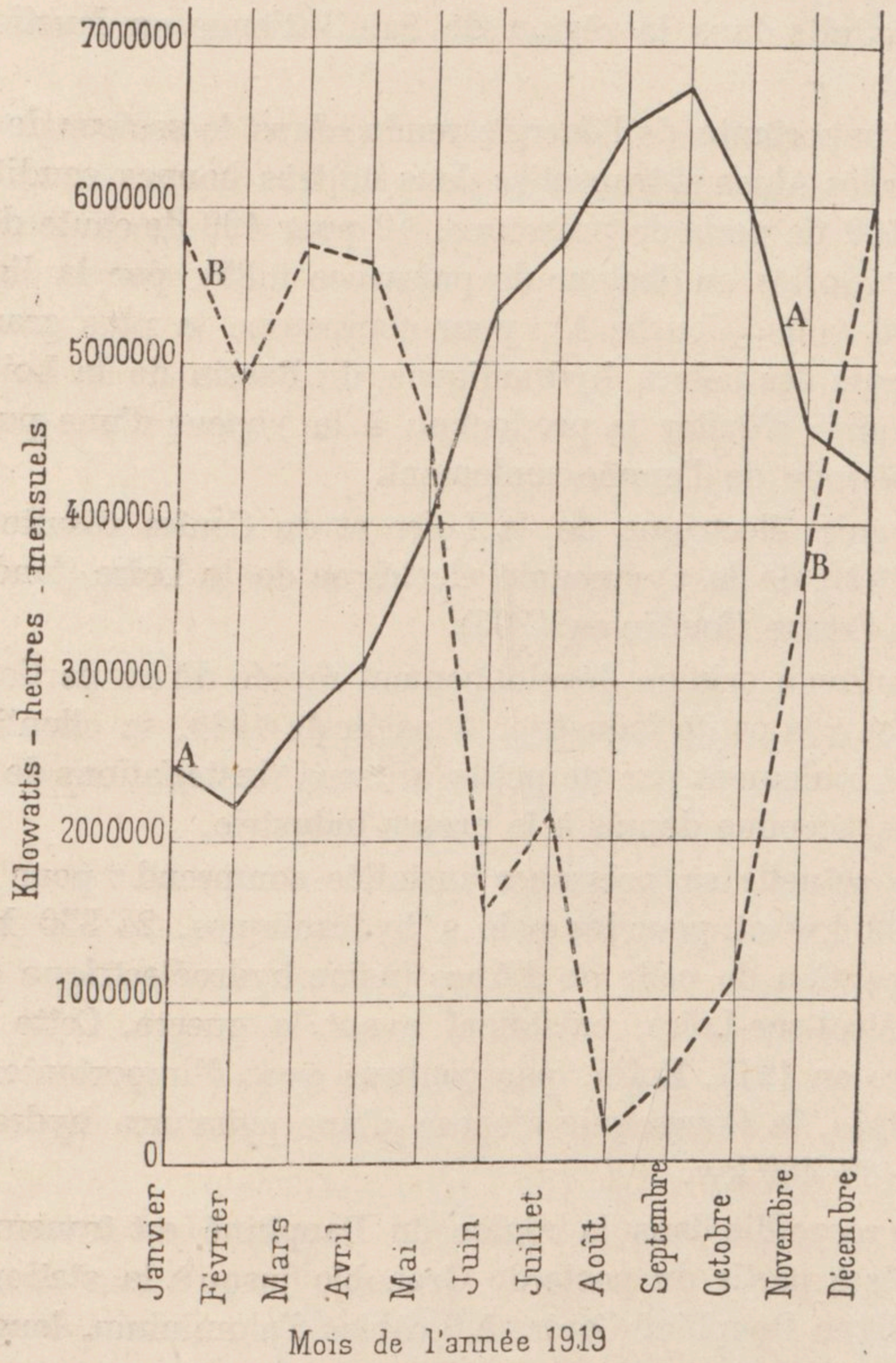



Fig. 4. — Graphique de la compensation de l'énergie hydroélectrique réalisée par la Compagnie électrique de la Loire et du Centre. Courbe A, énergie des Alpes; Courbe B, énergie du bassin de la Loire.

d'énergie à haute tension conduisent à une solution beaucoup plus élégante applicable au cas de régularisation de quantités d'énergie importantes.

Cette solution consiste à établir une *double alimentation* des régions desservies au moyen de deux centres hydroélectriques à caractères différents.

C'est ce procédé qui a été appliqué, en France, avec beaucoup de succès par

la Compagnie électrique de la Loire et du Centre dans la région de Saint-Etienne en associant l'énergie de ses usines hydrauliques de la région du Massif Central avec une partie de l'énergie des usines hydrauliques de la région du Dauphiné.

Le graphique de la figure 4 indique le nombre et l'origine des kilowatts-heure transmis ou produits dans la région de Saint-Étienne en fonction des divers mois de l'année.

Une partie importante de l'énergie rendue dans le secteur de Saint-Étienne est achetée dans les Alpes et transmise dans de très bonnes conditions d'exploitation (9 pour 100 de perte de puissance, 12 pour 100 de chute de tension pour 10 000 kw transportés au facteur de puissance 0,85), par la ligne Dauphiné-Centre à 60 000 volts (Courbe A), pour compenser la plus grande partie du déficit de l'énergie des usines hydrauliques du Bassin de la Loire (Courbe B), ce qui permet ainsi d'éviter la production à la vapeur d'une puissance élevée pendant une période de l'année seulement.

La Compagnie électrique de la Loire et du Centre résulte de la fusion, en novembre 1912, de la Compagnie électrique de la Loire (fondée en 1893) et de l'Energie du Centre (fondée en 1905).

La distribution a pris un développement rapide dû en particulier à l'industrie rubanière et à la petite industrie. A partir de 1900, sa clientèle, jusqu'alors constituée principalement par de petits artisans (installations de 10 chevaux au maximum) s'est étendue depuis à la grosse industrie.

A l'heure actuelle sa puissance installée comprend : pour les usines thermiques, 28 000 kw et pour les usines hydrauliques, 24 550 kw. Toutes ces usines, à l'exception de celle de l'Ance (usine hydroélectrique de 12 500 kw), près de Monistrol-sur-Loire, existaient avant la guerre. Cette dernière a été mise en service en 1917. Enfin, par contrats avec d'importantes sociétés de la région des Alpes, la Compagnie dispose d'une puissance hydroélectrique pouvant atteindre 17 580 kw.

L'énergie recueillie dans la région du Dauphiné est transmise à la tension de 60 000 volts à partir du poste de Grenoble jusqu'à la station de Saint-Chamond par la ligne Dauphiné-Centre à 6 câbles d'aluminium, longue de 117 kilomètres.

La tension est ramenée à 30 000 volts au poste de Saint-Chamond d'où partent diverses lignes qui desservent la Ville de Saint-Etienne, la ville de Saint-Chamond et les régions très industrielles qui les avoisinent.

De Saint-Étienne partent aussi deux lignes à 30 000 volts, l'une destinée à l'alimentation du secteur de Roanne ; l'autre, pour l'alimentation des réseaux ruraux de la Loire et de la Haute-Loire.

Enfin, les secteurs de Roanne et de Montluçon possèdent chacun un réseau primaire à 30 000 ou 20 000 volts.

Les distributions de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre s'étendent à une population d'environ 1 500 000 habitants sur lesquels 700 000 sont desservis (en 1921),

La figure 5 résume quelques données d'exploitation qui montrent le développement rapide de la Compagnie dans la période comprise entre 1916 et 1920.

La courbe A indique la puissance installée en usines qui, en 1921, atteignait 66 000 kw. La courbe B indique l'accroissement de la longueur du réseau, en kilomètres (1 600 km en 1921); la courbe C, le nombre d'abonnés (44 036 en 1921); la courbe D, l'accroissement des recettes pendant cette même période; enfin, la courbe E, la variation de l'énergie fournie qui a subi des fluctuations assez curieuses, par suite de la demande d'énergie nécessitée pour la Défense nationale.

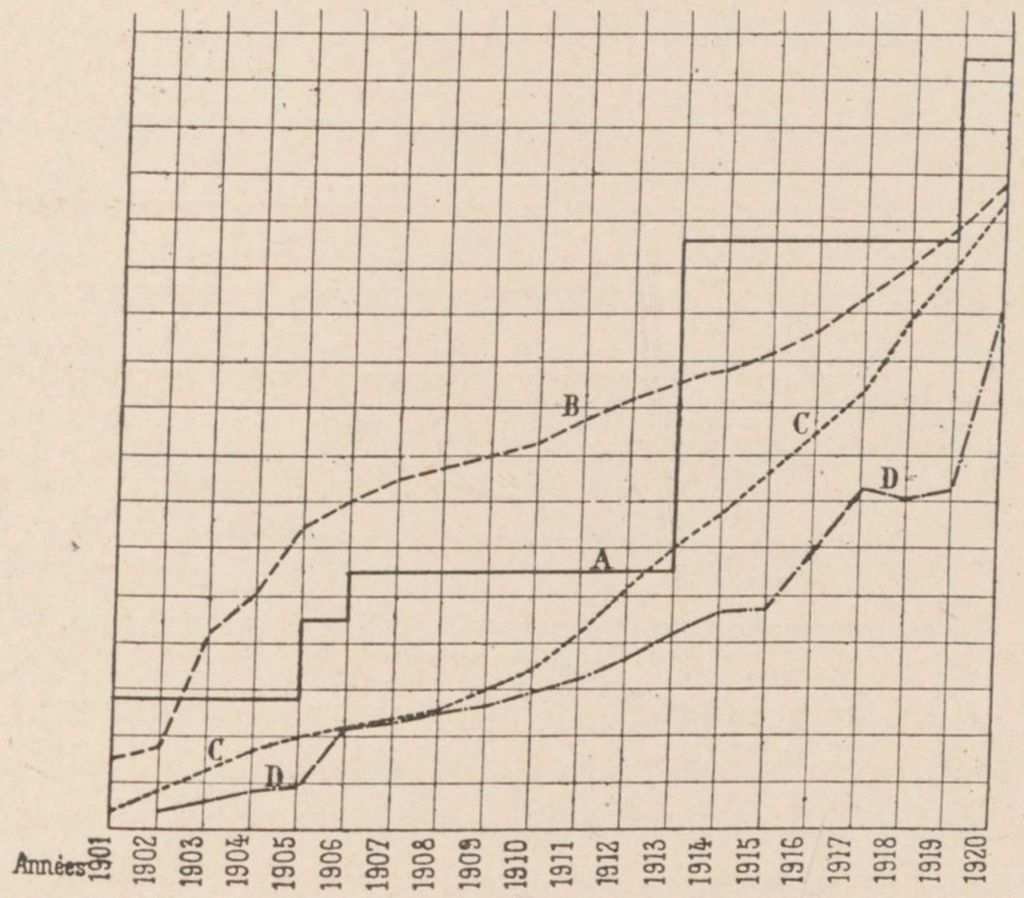



Fig. 5. — Graphique indiquant le développement de la Société de l'Energie électrique de la Loire et du Centre.

L'*Énergie électrique de la Basse-Isère* a construit dernièrement une centrale hydraulique à Beaumont-Monteux (28 000 kv-a); une ligne à 120 000 volts actuellement en construction transmettra cette énergie à Saint-Etienne et à Saint-Chamond. On réalisera ainsi une nouvelle liaison entre les Alpes et le Centre.

Comme distribution à la fréquence de 25 périodes par seconde, nous pouvons citer, à titre d'exemple, celle de la *Société d'Electricité de la Vallée du Rhône,* comprenant l'usine hydroélectrique de Ventavon (Hautes-Alpes) appartenant à l'Energie électrique du Littoral méditerranéen et l'usine à vapeur des Secours du Teil (Ardèche) appartenant à la Société elle-même. Son réseau comprend, à l'heure actuelle, plus de 400 km d'une ligne à 60 000 volts (de l'usine de Ventavon

au Teil et à Valaurie) et de plusieurs lignes à 13 500 volts ; la population desservie dépasse 60 000 habitants. La puissance distribuée atteindra 3 590 kw d'ici deux ou trois ans, sans pour cela augmenter d'une façon notable, la longueur des divers réseaux et lignes.

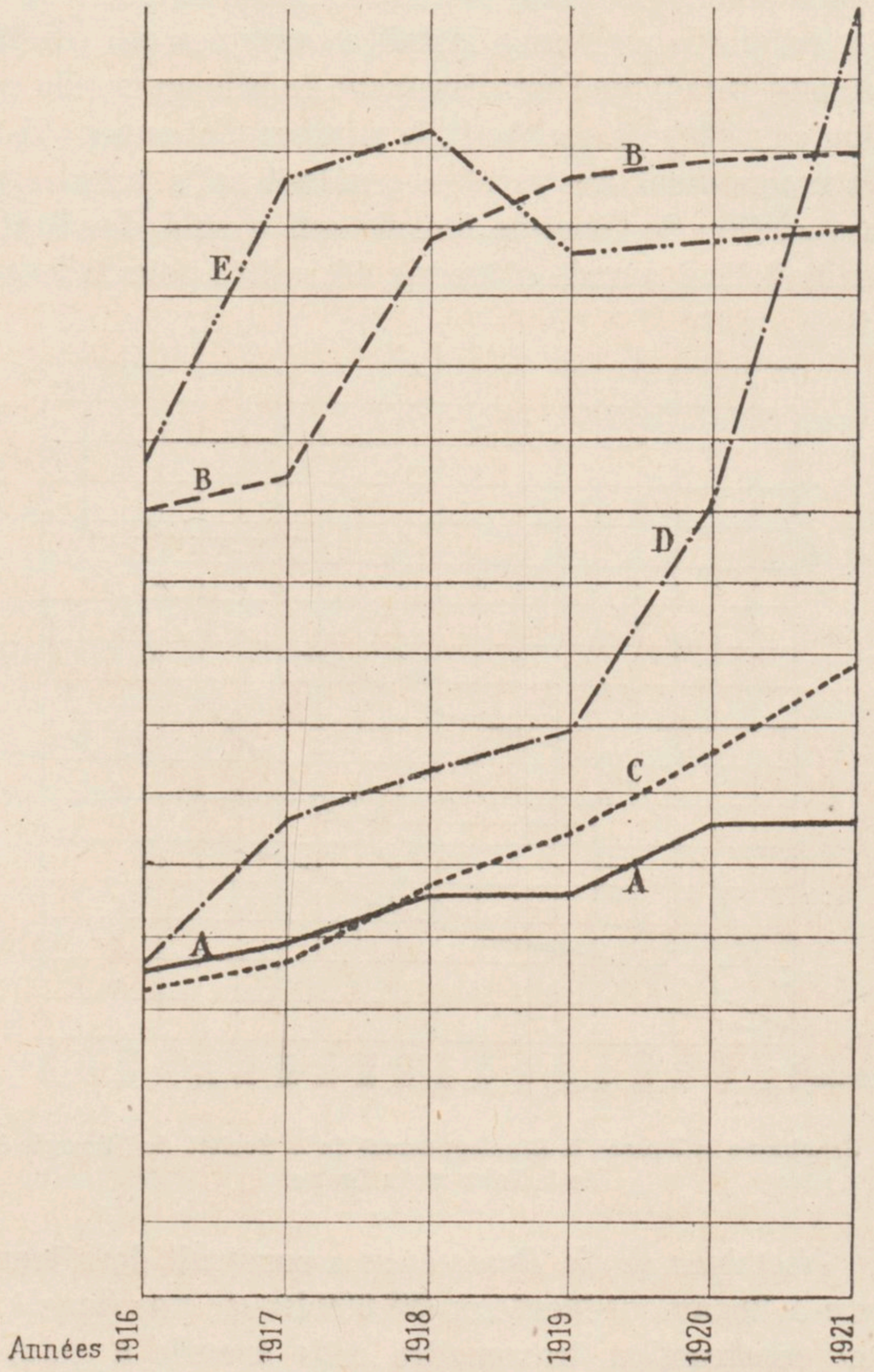



Fig. 6. — Graphique indiquant le développement de la Société méridionale de Transport de Force (le plus ancien réseau francais à haute tension : 150 km de ligne à 20 000 v, en service en 1900).

Enfin, nous signalerons la *Société méridionale de Transport de Force* qui a été la première, en France, à établir un réseau étendu à haute tension, puisque, dès 1900, sa distribution d'énergie à 20 000 volts triphasés avait un développement de 150 kilomètres fonctionnant avec un plein succès.

L'énergie est produite actuellement, d'une part, par trois usines hydrauliques,

celle de Saint-Georges à Axat (1899) d'une puissance de 2 400 kw sous 100 m de chute, celle de Gesse à Bessede de Sault (1914) d'une puissance de 6 000 kw sous 280 mètres, et celle d'Escouloubre (1920) d'une puissance de 3 200 kw sous 314 mètres ; d'autre part, par deux usines thermiques, celle de Carcassonne et celle de Narbonne d'une puissance globale de 2 900 kw. La population desservie actuellement est de 20 000 habitants.

On prévoit l'aménagement de deux nouvelles usines hydrauliques, celle du Carianet (4 000 kw) et celle de Saint-Usson (12 000 kw). Un réservoir projeté d'une contenance de 8 800 000 $m^3$ régularisera les eaux d'alimentation de cette dernière usine.

La figure 6 résume, sous forme graphique, quelques données d'exploitation de cette société. La courbe A indique l'accroissement de la puissance installée en usine (16 550 kw en 1920) ; la courbe B, l'accroissement de l'étendue du réseau (1 400 km en 1920) ; la courbe C, le nombre d'abonnés (45 520 en 1920) ; la courbe D, l'accroissement des recettes ; la courbe E, l'accroissement de l'énergie annuelle vendue.

En résumé, on peut dire que les diverses distributions sommairement décrites continuent à se développer d'une façon très satisfaisante ; il en est de même, d'ailleurs, des autres (1). Ce développement individuel conduit naturellement les diverses sociétés à se rencontrer tôt ou tard dans l'espace et à se porter ainsi mutuellement secours par un couplage en parallèle de leurs usines diverses et à réaliser, sur une échelle plus vaste, l'interconnexion à plus longue distance si favorable aux secours thermiques ou hydrauliques. Nous sommes ainsi conduits à dire quelques mots des réseaux à très haute tension envisagés pour la transmission à longue distance.

IV. Diverses études récentes étaient consacrées à l'exposé des principes sur lesquels doivent être basés les projets d'interconnexion en France, et à la description des caractéristiques essentielles des principales installations actuellement en fonctionnement (2).

Nous avons établi la carte de la figure 7 d'après ces études et particulièrement d'après celle de M. Aubry à laquelle nous avons fait d'importants emprunts. Cette carte donne le tracé schématique des lignes principales utilisant des ten-

(1) Nous regrettons de n'avoir pu incorporer à ces lignes les renseignements de plusieurs autres sociétés de distribution, très intéressants, mais reçus après la remise de notre manuscrit.

(2) Voir en particulier :

C. Duval et C. Lavanchy ; Projet de répartition de l'énergie électrique en France au moyen de réseaux électriques à très haute tension. *Revue générale de l'Electricité*, 21 mai 1921, t. IX, p. 727.

P. Le Verrier ; Les grands réseaux électriques pour la transmission de l'énergie à haute tension. *Revue générale de l'Electricité*, 17 septembre 1921, t. X, p. 357.

P. Le Verrier ; Réseaux français. Rapport à la Conférence internationale des grands Réseaux de Transport d'Energie à très haute Tension. Novembre 1921.

J. Aubry ; Grands réseaux de jonction en service ou en période de réalisation en France. Rapport à la même conférence.

sions supérieures à 30 000 volts soit en service, soit en construction ou en projet, ce sont :

1 Réseau d'Etat.
2 Société du Nord-Ouest électrique,
3 Compagnie électrique du Nord.
4 Union d'Electricité.
5 Société des Mines et d'Électricité de la Houve.
6 Electricité de Strasbourg.
7 Compagnie lorraine d'Electricité.
8 Forces motrices du Haut-Rhin.
9 Société des Houillères de Ronchamp,
10 Forces motrices du Refrain.
11 Rhône et Jura.
12 Transport d'Energie du Centre,
13 Transport d'Energie des Alpes.
14 Compagnie électrique de la Loire et du Centre.
15 Société hydroélectrique de Lyon.
16 Energie électrique de la Basse-Isère.
17 Société générale de Force et Lumière.
18 Energie électrique du Littoral méditerranéen.
19 Société d'Énergie électrique de la Sorgue et du Tarn,
20 Société pyrénéenne d'Energie électrique.
21 Compagnie des Chemins de fer du Midi.
22 Société hydroélectrique des Basses-Pyrénées,
23 Energie électrique du Sud-Ouest.
24 Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans.
25 Société des Forces motrices de la Vienne.
26 Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité,
27 Transport Rhône-Paris.
28 Compagnie normande électrique.

Examinons sommairement chaque région :

*Région du Nord.* — Le réseau d'Etat, commencé peu après l'armistice, est presque complètement achevé à l'heure actuelle ; il relie par des lignes à 45 000 volts les diverses sociétés distributrices dont les installations avaient toutes subi, du fait de la guerre, des dommages plus ou moins considérables.

Cette tension, relativement basse, a été choisie en raison de son adoption antérieure par plusieurs des réseaux intéressés et, aussi, par suite des faibles distances entre les nombreux postes de raccordement nécessaires dans cette région où la grande industrie est exceptionnellement développée.

Des artères à 120 000 volts relieront ce groupe au réseau de l'Est.

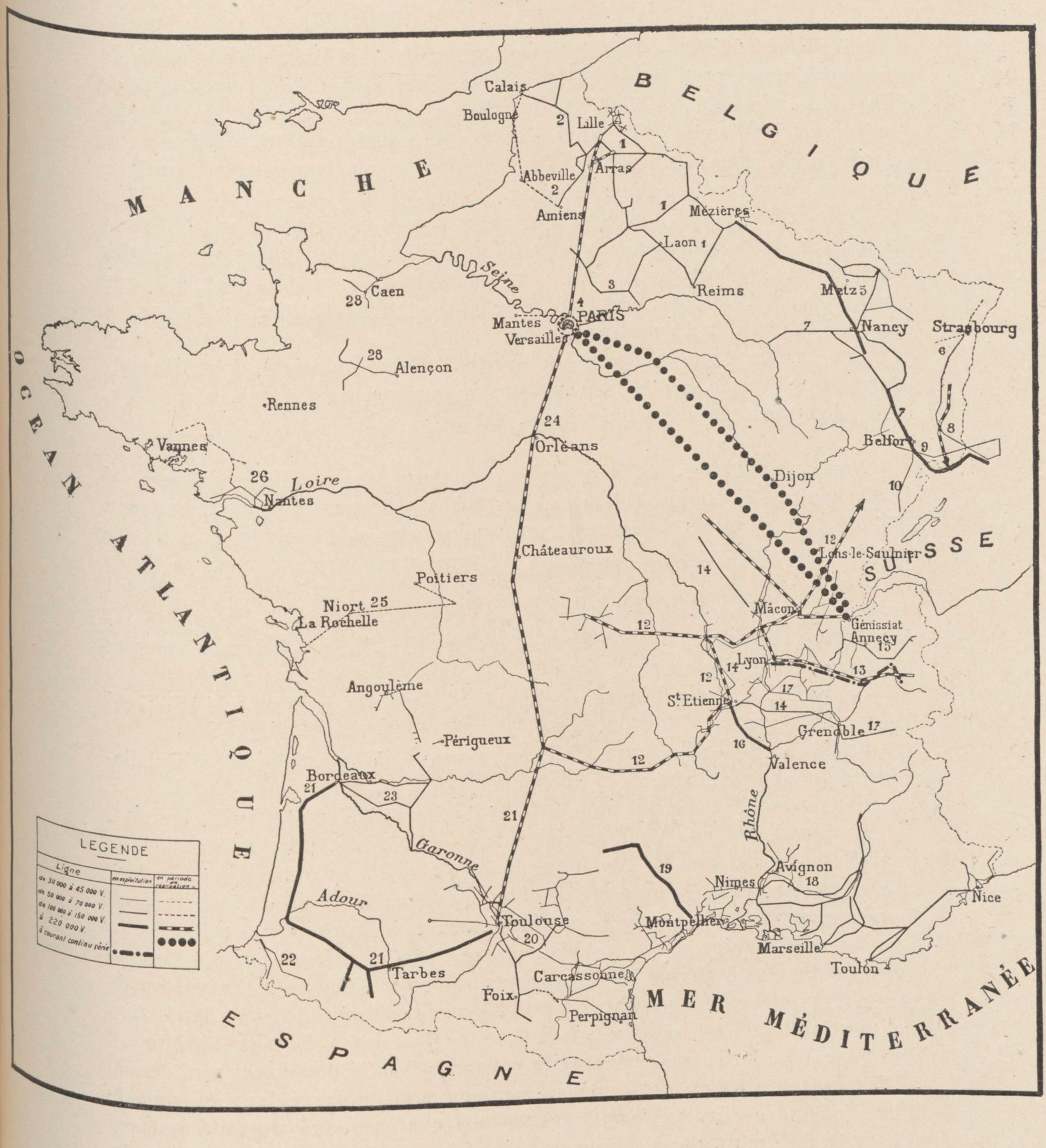



Fig. 7. — Carte des principaux réseaux à haute tension en exploitation ou en projet.

*Région de l'Est.* — Les Forces motrices du Haut-Rhin et Electricité de Strasbourg, d'une part, la Société des Mines de la Houve, Compagnie lorraine d'Electricité, Société des Mines de Ronchamp et Forces motrices du Refrain, d'autre part, ont toutes relié leurs réseaux aux grandes centrales hydrauliques suisses par des lignes à très haute tension, dont la plus importante jusqu'à ce jour est la ligne Goësgen-Delle-Pouxeux.

Cette artère, établie pour 110 000 volts, assure depuis deux ans la liaison des réseaux de la Compagnie lorraine d'Electricité et de ses filiales aux grandes distributions du nord de la Suisse, en permettant à certains moments une marche en parallèle des centrales échelonnées entre Saint-Dizier, en France, et Thusis, à la limite de l'Engadine, en Suisse.

Une grande usine est prévue à Kembs (100 000 chevaux), dont l'énergie pourra être déversée dans ce réseau, dont on peut prévoir l'extension jusqu'aux mines de la Sarre (secours thermique).

*Région parisienne.* — Cette région sera desservie par l'Union d'Electricité dont la Centrale thermique de Gennevilliers (200 000 chevaux) alimentera un réseau à 60 000 volts, presque entièrement constitué par des câbles souterrains et assurera très prochainement la fourniture d'énergie dans la plus grande partie de cette région.

*Région lyonnaise du Plateau central et des Alpes.* — Les principales entreprises en fonctionnement sont :

La Société générale de Force et Lumière à Grenoble, dont on a déjà indiqué les caractéristiques ;

La Société hydroélectrique de Lyon, amenant à Lyon l'énergie d'installations hydrauliques situées à 170 kilomètres ;

La Compagnie électrique de la Loire et du Centre également décrite plus haut.

De grands travaux sont en cours dans ces régions, pour l'utilisation de nouvelles chutes et assurer l'équilibre de la production entre bassins différents ; citons, par exemple, le projet à l'étude de la Société de la Haute-Isère pour l'aménagement d'usines jusque près des sources de la rivière du même nom. Les plus importantes de ces installations seront celles exécutées par la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans qui vient d'obtenir la concession de chutes d'une puissance supérieure 100 000 kw pour l'électrification de la traction sur une partie de son réseau ; par la Société Rhône et Jura pour l'utilisation du Rhône à sa sortie du territoire suisse ; par la Société des Forces motrices de la Truyère qui a commencé l'aménagement d'une chute sur la Truyère, capable d'une puissance régularisée de plus de 200 000 chevaux ; par le Transport d'Energie du Centre, par le Transport d'Energie des Alpes et par la Société de la Basse-Isère. Toutes ces transmissions se feront à des tensions comprises entre 120 000 et 150 000 volts. Le transport du Rhône à Paris est prévu à 220 000 volts.

*Région du Sud-Est.* — A l'exception de la seule ville de Marseille, cette région est presque exclusivement alimentée par la Société Energie électrique du Littoral méditerranéen dont le réseau à 25 périodes par seconde, l'un des plus anciens de France, s'étend du Rhône à la frontière italienne.

*Région du Sud-Ouest.* — Deux groupes importants de lignes à tension supérieure à 45 000 volts existent dans le Sud-Ouest :

La Société pyrénéenne d'Electricité, dont les installations ont marqué à l'époque de leur mise en marche un progrès important dans l'utilisation des très hautes chutes et des tensions élevées; cette société assure, depuis de nombreuses années, le service d'une clientèle importante en n'utilisant que de l'énergie hydraulique demandée, suivant les saisons, aux rivières de plaines ou aux réserves constituées par des lacs de haute montagne;

La Société Energie électrique du Sud-Ouest, dont les centrales hydrauliques et thermiques alimentent un réseau étendu, fournissant l'énergie à la ville de Bordeaux;

La Compagnie des Chemins de fer du Midi qui procède en ce moment, dans cette région, à la création de très puissantes installations dont l'énergie, transmise à 150 000 volts et 60 000 volts, servira à l'électrification de ses lignes de traction à grand trafic. On réalisera ainsi la liaison entre les Pyrénées et Bordeaux.

En résumé cet aperçu rapide et un peu incomplet est suffisant, cependant, pour montrer que l'industrie électrique française, malgré les nombreuses difficultés de l'époque actuelle, est en voie de développement.

C. Duval,

Directeur des Services électriques
à la Société générale d'Entreprises.

C. Lavanchy,

Ingénieur à la Société générale
d'Entreprises.

# Energie Electrique du Littoral Méditerranéen

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 100 MILLIONS DE FRANCS

**Siège social : 5, Avenue du Coq, Paris (IX^e^)**

La Société *Énergie Électrique du Littoral Méditerranéen*, la plus importante entreprise française de houille blanche, a été constituée le 7 juin 1900 pour la construction, l'entretien et l'exploitation de toutes usines électriques et de toutes lignes de transmission d'énergie ayant pour but de fournir l'énergie électrique sur le littoral méditerranéen, et pour participer aux opérations de toutes sociétés ayant, dans la même région, un objet analogue.

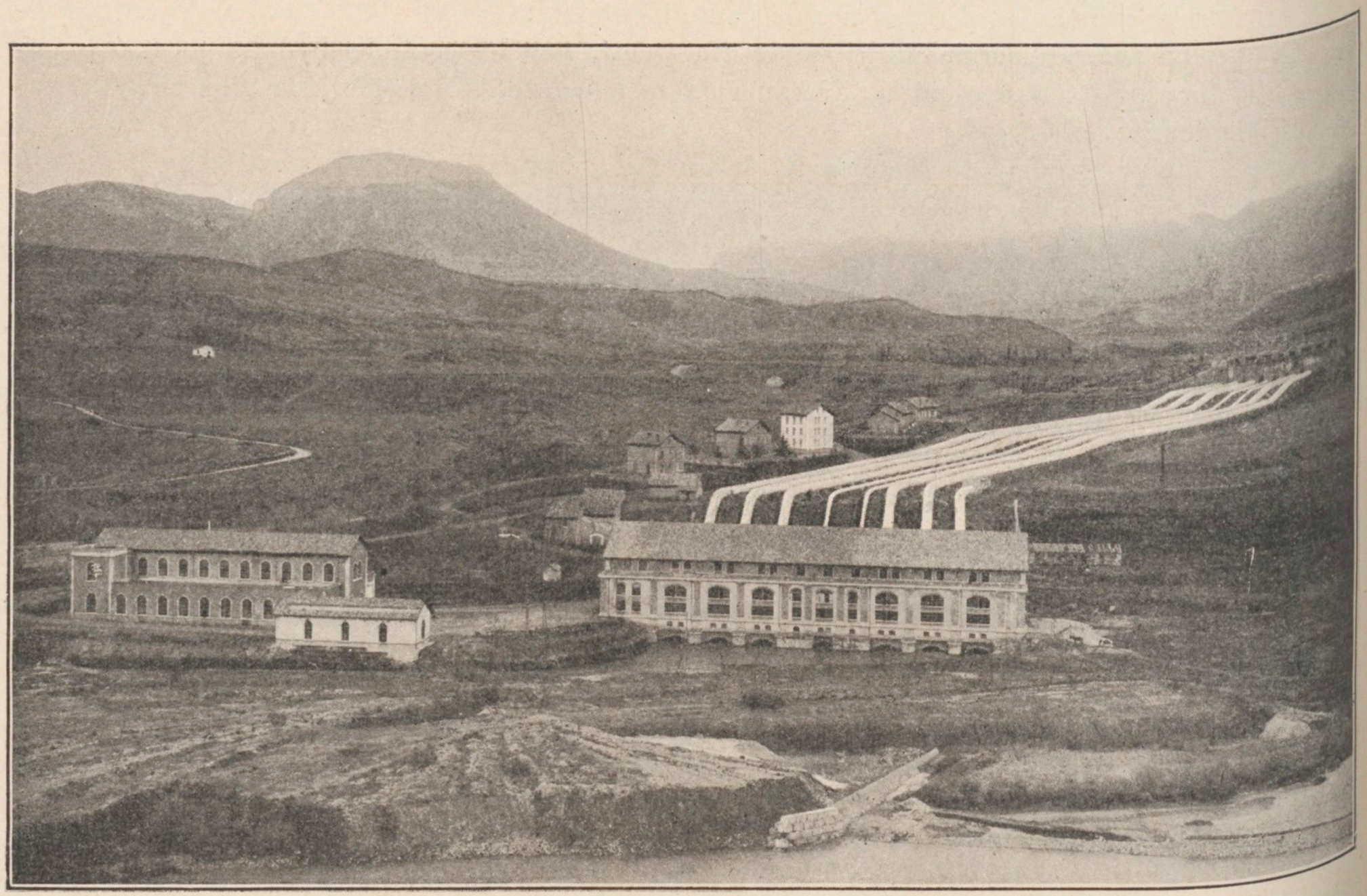


Fig. 1. — Usine de Ventavon, sur la Durance.

Son capital social, à l'origine de 4 000 000 francs, a été porté successivement à 16 000 000 en 1904, à 32 000 000 en 1906, à 38 000 000 en 1910, à 60 000 000 en 1917 et, enfin, à 100 000 000 francs en 1920.

Le système de distribution d'énergie de la Société intéresse 10 départements du sud-est de la France, soit par ses propres réseaux, soit par ceux de Sociétés auxquelles elle fournit le courant en gros; ce système est alimenté actuellement par 11 usines hydrauliques et plusieurs usines thermiques de complément.

Les usines hydrauliques utilisent les eaux des principales rivières de la région, savoir, en passant de l'est à l'ouest : de la Roya, du Var, du Loup et de la Siagne dans les Alpes-Maritimes, de l'Argens dans le département du Var et de la Durance. Voici une description sommaire de ces usines avec l'indication de l'année de mise en service :

1° L'usine de Fontan, sur la Roya (1914), est alimentée par un canal de 3,4 km capable de débiter 10 mètres cubes par seconde sous une hauteur de chute de 100 mètres. Une conduite forcée de 1,95 m de diamètre amène les eaux sur deux turbines de 5 500 chevaux chacune. L'usine a été prévue pour un troisième groupe de même puissance. Un bassin d'accumulation de 15 000 mètres cubes a été aménagé à la chambre d'eau.

2° L'usine de la Mescla, sur le Var (1896), est alimentée par un canal de 600 mètres de longueur; le débit-maximum est de 22 mètres cubes par seconde; la hauteur de chute est de 10 mètres. La puissance installée comprend trois groupes de 750 chevaux.

3° L'usine du Plan-du-Var, sur le Var (1900), est alimentée par le canal de fuite de l'usine de la Mescla; ce canal a une longueur de 6 kilomètres. La chute nette utilisée est de

20 mètres. L'installation comprend 6 turbines de 1 000 chevaux, dont 3 sont accouplées à des alternateurs à basse tension pour l'alimentation directe de l'usine de carbure de la Société d'Electrochimie de Bozel.

4° L'usine de Pataras (1902), sur le Loup, est alimentée par une chute de 240 mètres. Un canal d'amenée de 4 kilomètres, débitant 850 litres par seconde, amène les eaux à deux bassins d'accumulation de 10 000 mètres cubes au total, d'où part une conduite forcée de 538 mètres de longueur et de 0, 92 m de diamètre. L'installation comprend 4 groupes de 1 000 chevaux.

5° L'usine de Saint-Cézaire, sur la Siagne (1907), utilise une chute de 350 mètres. dont le débit maximum effectif est de 2,2 mètres cubes par seconde. Le canal d'amenée a une longueur de 7,5 km; il aboutit à deux bassins d'accumulation d'une capacité de 10 000 mètres cubes chacun. De la chambre de mise en charge partent deux conduites forcées de 0,85 m de diamètre et de 850 mètres de longueur. Ces conduites alimentent 5 groupes de 3 000 chevaux chacun.

6° L'usine d'Entraigues, sur l'Argens (1905), utilise une chute de 20 mètres sous un débit maximum de 16 mètres cubes par seconde. Une conduite de 900 mètres de longueur en béton armé alimente 3 groupes de 1 000 chevaux.

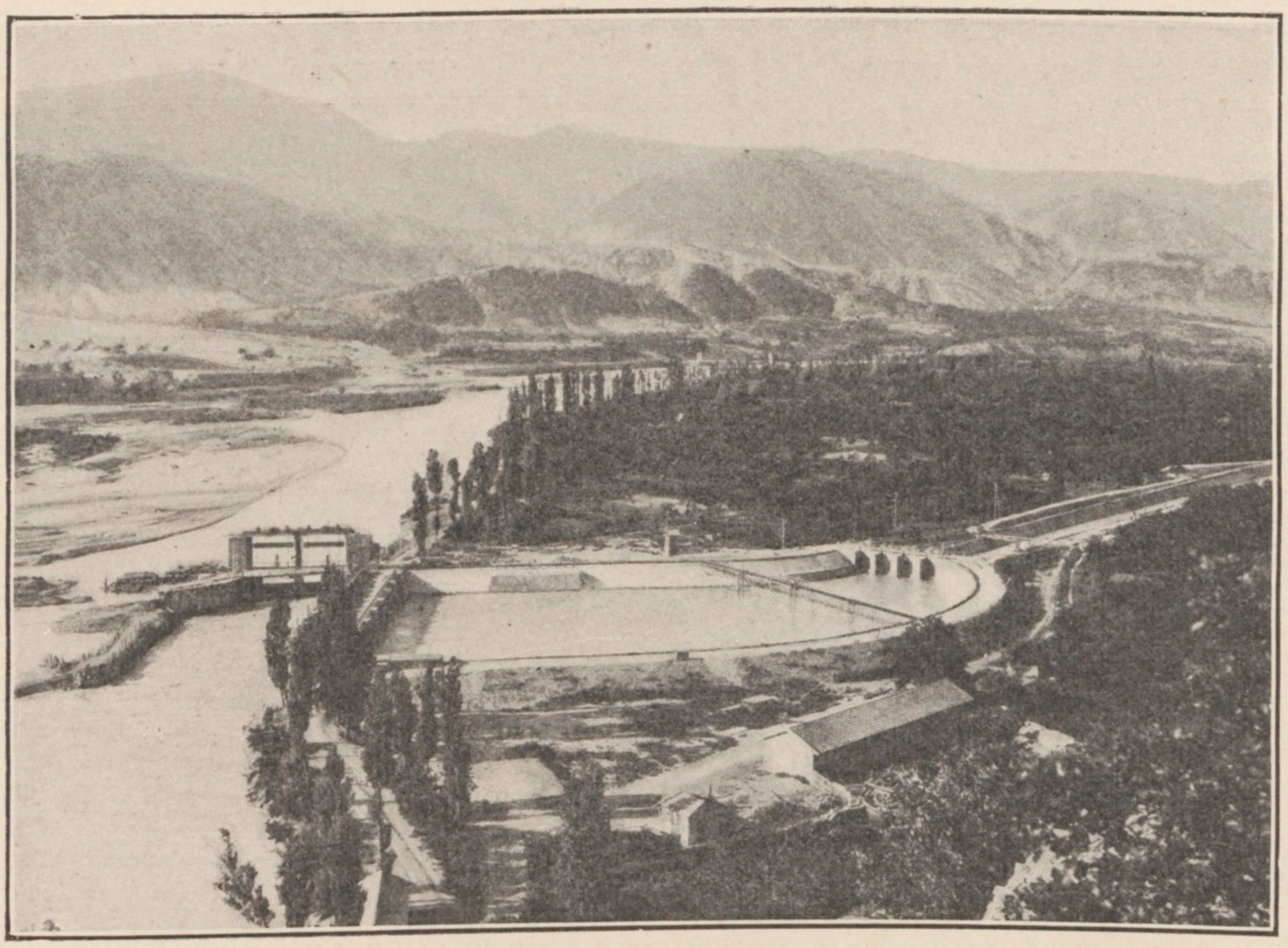


Fig. 2. — Prise de l'usine de Ventavon.

7° L'usine d'Aix, sur le canal d'irrigation du Verdon (1907), est alimentée par le débit régulier de ce canal. Une conduite de 9,1 km de longueur, partie en ciment armé, partie en tôle, amène les eaux sous 79 mètres de chute sur deux groupes de 1 000 chevaux.

8° L'usine de Ventavon, sur la Durance (1909), appartient à la Société des Forces motrices de la Haute-Durance; mais elle est louée et exploitée par l' « Énergie Électrique du Littoral Méditerranéen ».

Le canal d'amenée, d'un débit maximum de 72 mètres cubes par seconde, a une longueur de 14 kilomètres. La hauteur de chute nette est de 50 m. De la chambre d'eau partent six conduites forcées d'une longueur de 400 m, dont cinq en tôle de 2,20 m de diamètre et une en béton armé de 2,80 m; chacune des cinq premières conduites alimente un groupe de 7 000 chevaux et la dernière, un groupe de 8 000 chevaux. Les services auxiliaires sont alimentés par deux conduites spéciales de 0, 90 m de diamètre et trois groupes de 300 chevaux.

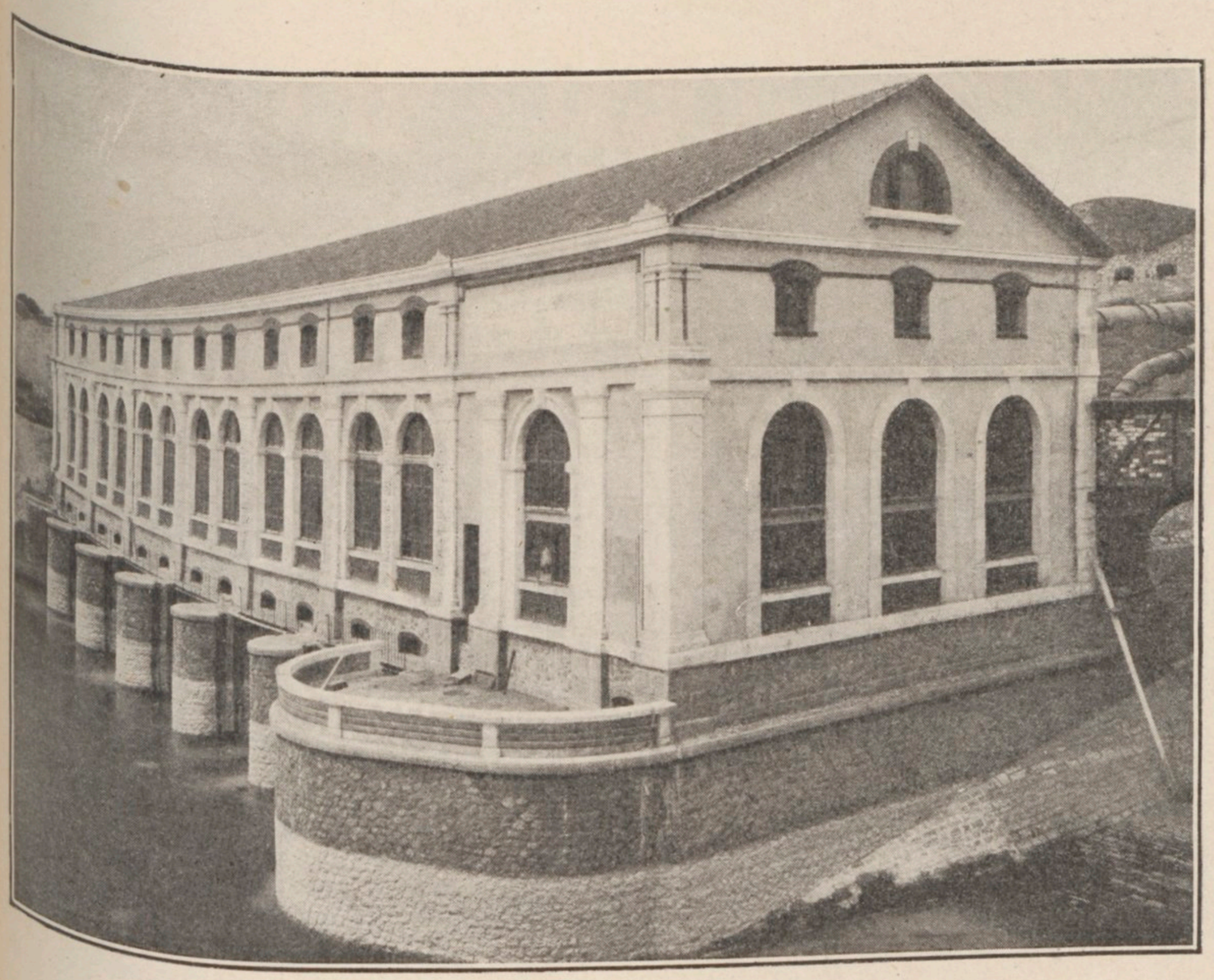


Fig. 3. — Usine de la Brillanne-Villeneuve, sur la Durance.

9° L'usine de la Brillanne-Villeneuve, sur la Durance (1908),

| ANNÉES | VENTE EN GROS AUX CONCESSIONNAIRES Puissance raccordée en kilowatts | VENTES DIRECTES | | | | RECETTES D'EXPLOITATION en francs |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ÉCLAIRAGE | | FORCE MOTRICE | | |
| | | Nombre de polices | Nombre de lampes | Nombre de polices | Puissance raccordée en chevaux | |
| 1915 | 42 000 | 8 186 | 38 526 | 694 | 19 901 | 8 561 220 |
| 1916 | 45 000 | 9 604 | 43 189 | 723 | 22 215 | 11 043 605 |
| 1917 | 46 000 | 10 983 | 47 123 | 739 | 23 741 | 13 582 158 |
| 1918 | 48 000 | 13 878 | 54 520 | 781 | 24 877 | 15 014 218 |
| 1919 | 53 000 | 14 938 | 59 008 | 769 | 28 096 | 17 217 632 |
| 1920 | 60 000 | 16 597 | 71. 968 | 828 | 30 646 | 29 165 487 |
| 1921 | 61 000 | 17 929 | 82 894 | 929 | 32 255 | 36 237 134 |

est alimentée par un canal de 7 kilomètres de longueur capable de débiter au maximum 80 mètres cubes par seconde. La chute nette est de 23 mètres ; 5 conduites forcées de 90 m de longueur et 2, 70 m de diamètre alimentent chacune un groupe de 3 500 chevaux ; 2 autres conduites de 1, 20 mètre de diamètre alimentent trois groupes auxiliaires.

10° L'usine du Largue, sur la Durance (1915), est alimentée par le canal de fuite de l'usine de la Brillanne. Ce canal, d'un débit maximum de 80 mètres cubes par seconde, a une longueur de 3 km. La hauteur de chute est de 9 mètres.

L'installation comprend : 3 turbines à axe horizontal noyées, chacune commandant un alternateur de 3 000 chevaux.

11° L'usine de Sainte-Tulle, sur la Durance (1922), utilise

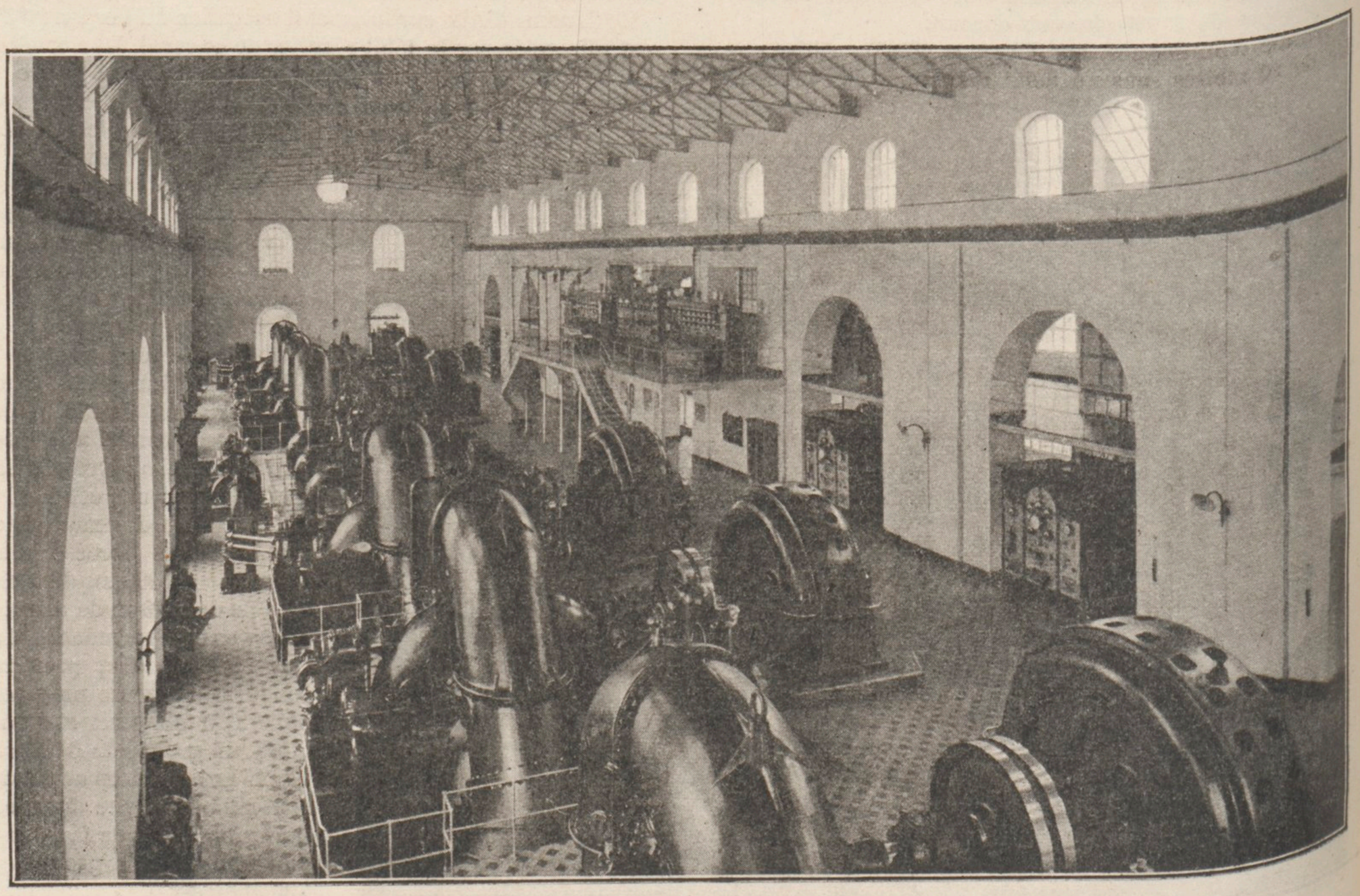


Fig. 4. — Usine de Ventavon, vue intérieure.

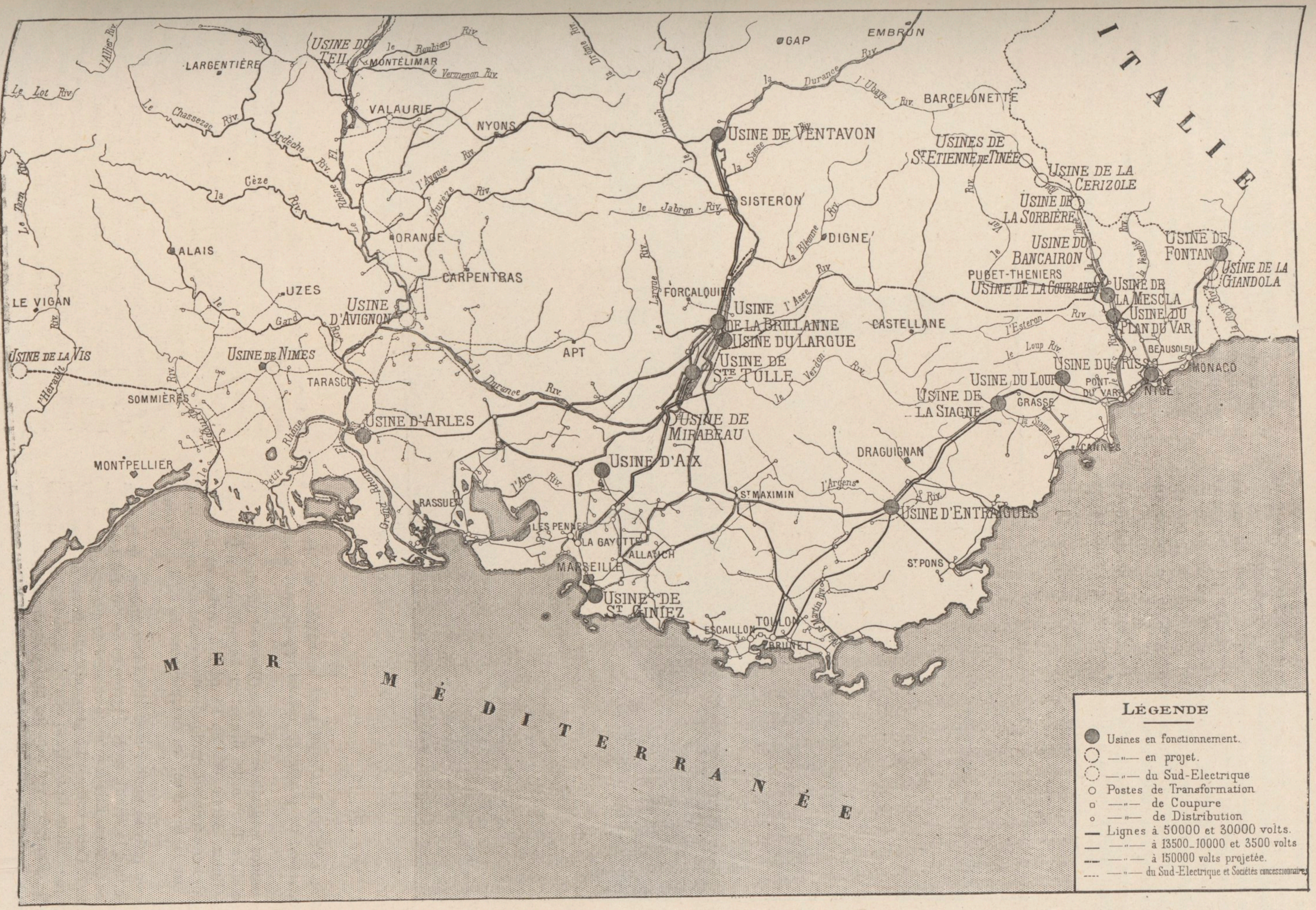



Fig. 5. — Carte du Réseau de *l'Energie Electrique du Littoral Méditerranéen.*

l'eau du canal de fuite de l'usine du Largue dont le débit est augmenté par une prise auxiliaire sur la Durance, de façon à atteindre au total 120 mètres cubes par seconde.

Le canal d'amenée a une longueur de 11 km. La hauteur de chute nette est de 34 m. Deux conduites en béton armé, de 5,50 m de diamètre, terminées par un collecteur en tôle de diamètre décroissant alimentent 4 groupes de 10 000 chevaux; l'installation d'un cinquième groupe de même puissance est prévue ultérieurement.

Comme réserves thermiques, l' « Énergie Électrique du Littoral Méditerranéen » dispose d'usines qui sont sa propriété ou qu'elle a louées et peut, en outre, avoir recours à la production de plusieurs usines appartenant à sa clientèle.

Ces usines sont situées à Nice (Risso et Sainte-Agathe), à Beausoleil, à Toulon (le Brunet et Lagoubran), à Marseille (Saint-Giniez, Arenc et Cap Pinède), à Arles et au Teil. Une puissante usine thermique est en construction à Sainte-Tulle, sur la Durance, en complément de l'usine hydraulique.

Elle est prévue pour 80 000 kilovolts-ampères, mais sera équipée, dès le début, avec 3 groupes de 20 000 kilovolts-ampères chacun. Elle sera mise en service dans le courant de l'été 1922. Cette usine est à proximité des mines de lignite de Manosque (Mines des Alpes) dont la Société s'est assuré le contrôle. Equipée avec tous les perfectionnements modernes des supercentrales, utilisant pour la condensation les eaux froides de la Durance, cette usine produira l'énergie thermique de complément dans les meilleures conditions possibles et au prix de revient le plus réduit.

La puissance totale dont l' « Énergie Électrique du Littoral Méditerranéen » peut disposer dans l'ensemble de ses usines hydrauliques et thermiques et dans les conditions normales d'exploitation dépasse 200 000 chevaux.

Ces usines sont à même de produire annuellement plus de 500 000 000 kilowatts-heure pour les besoins des réseaux de la Société.

L'énergie électrique est produite dans toutes les usines, sous la forme de courant triphasé, 25 périodes par seconde, et à des tensions diverses suivant les usines et les secteurs. Les tensions sont de 10 000 et 30 000 volts dans les Alpes-Maritimes et de 13 500 et 55 000 volts dans le reste du réseau. La liaison des usines de la Tinée et de la Durance avec Marseille se fera à la tension de 150 000 volts.

Les régions desservies par les réseaux de la Société s'étendent sur les départements des Alpes-Maritimes, du Var, des Bouches-du-Rhône, des Basses-Alpes et des Hautes-Alpes et, par l'intermédiaire de Sociétés qui achètent l'énergie en gros comme le Sud Electrique et la Société de la Vallée du Rhône, sur les départements de Vaucluse, de l'Hérault, du Gard, de la Drôme et de l'Ardèche. La longueur totale des réseaux de transmission et de distribution appartenant à la Société atteint actuellement 2 654 kilomètres répartis comme suit :



| | | |
|---|---|---|
| Longueur des artères à 55 000 et 30 000 volts. | 870 | km. |
| Longueur des lignes à 13 000 et 10 000 volts. | 1 386 | « |
| Longueur des lignes de distribution à basse tension..... | 398 | « |
| Total..... | 2 654 | km. |

Les grandes artères du réseau sont les suivantes:

L'usine de la Brillanne est reliée par des lignes à 55 000 volts, d'une part, aux usines de Ventavon, du Largue et de Sainte-Tulle, d'autre part, à la ville d'Arles et au poste d'Allauch à l'est de Marseille. Trois autres artères qui ont leur origine à l'usine de Sainte-Tulle aboutissent l'une au poste d'Allauch; les deux autres, aux postes de la Gavotte et des Pennes au nord-ouest de Marseille. De ces postes partent les différents feeders qui alimentent les tramways et les réseaux de distribution de cette ville.

Une dérivation de la ligne de Sainte-Tulle au poste des Pennes rejoint à Lamanon la ligne d'Arles et aboutit, d'autre part, au poste de Rassuen, centre d'alimentation de la région occidentale de l'étang de Berre et de Port-Saint-Louis du Rhône.

De l'usine de Saint-Cézaire sur la Siagne partent trois lignes à 30 000 volts, qui se dirigent : deux d'entre elles sur Toulon en passant par l'usine d'Entraigues, la troisième sur le poste du Pont-du-Var, près de Nice.

A l'usine d'Entraigues aboutit une ligne à 30 000 volts venant du poste de sectionnement de Saint-Maximin, d'une des lignes Brillanne-Allauch, et reliée au réseau à 30 000 volts des Alpes-Maritimes par un poste réducteur 50 000/30 000 volts.

Les réseaux de la Siagne et du Loup alimentent Grasse et Cannes au moyen de feeders à 10 000 volts. L'usine de Fontan est reliée à Nice et à Menton, ainsi qu'à l'usine de Beausoleil à Monte-Carlo par des lignes à 30 000 volts; enfin deux lignes à 10 000 volts amènent à Nice le courant des usines de la Mescla et du Plan-du-Var.

L' « Energie Électrique du Littoral Méditerranéen » vend la plus grande partie de sa production aux grandes Sociétés de traction et de distribution, mais elle alimente aussi une clientèle qui lui est propre.

Les principaux services de traction alimentés sont :

Compagnie générale française de Tramways, à Marseille.
Tramways électriques des Bouches-du-Rhône, à Aix.
Société des Chemins de fer et Tramways électriques du Var et du Gard, à Toulon.
Société des Tramways électriques de l'Ouest-Varois.
Compagnie des Chemins de fer de Camargue.
Compagnie des Tramways de Nice et du Littoral.
Tramways départementaux des Alpes-Maritimes
Tramways de la Côte d'Azur, etc...

Parmi les grandes Sociétés concessionnaires alimentées directement on peut citer :

Société du Gaz et de l'Electricité de Marseille.
Compagnie d'Electricité de Marseille.
Société d'Electricité de la Vallée du Rhône.

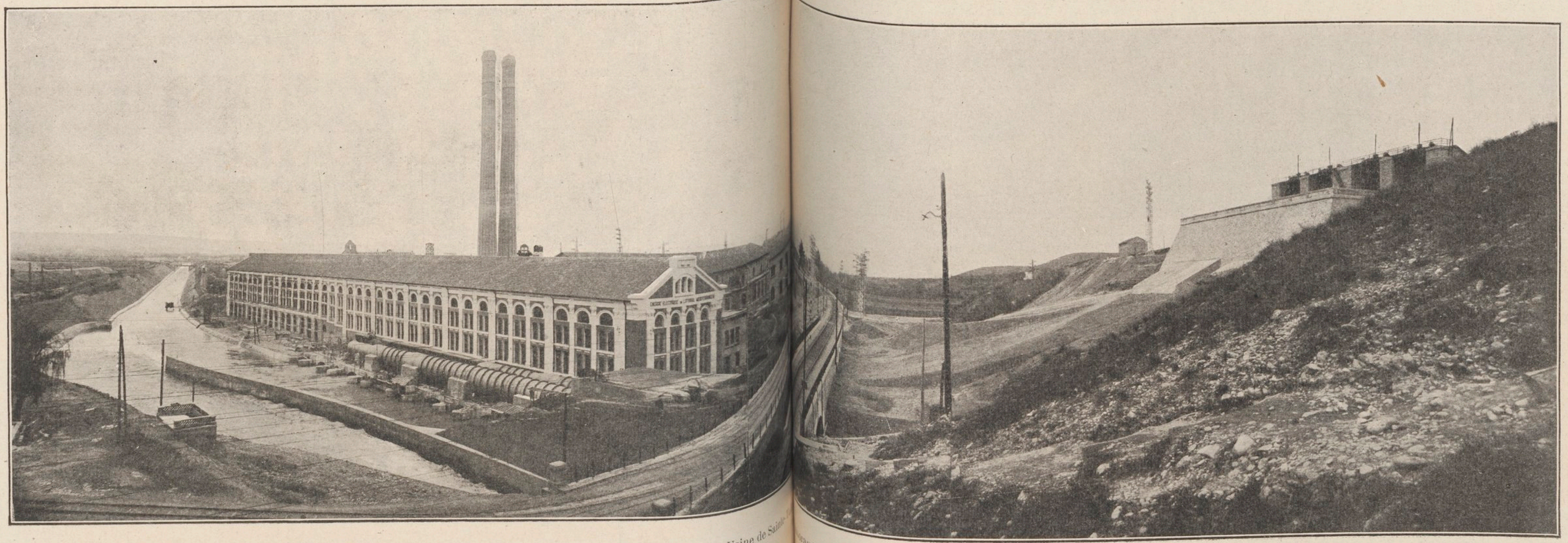


Fig. 6. — Usine de Sainte-Tulle, panorama.

Société du Sud-Electrique.

Société des Bains de Mer de Monaco.

Société monégasque d'Electricité, à Monaco.

Société d'Eclairage de Cannes

Société d'Eclairage de la ville de Toulon.

Société aixoise d'Electricité.

Société lyonnaise d'Applications électriques, dans le département du Var.

Société d'Eclairage électrique de Provence, à Salon.

Société du Gaz et de l'Electricité de Nice.

Société du Gaz de Fréjus et Saint-Raphaël.

Cie d'Electricité du Sud-Est.

Cies réunies du Gaz et de l'Electricité à la Seyne-sur-Mer.

Cie d'Eclairage de Villefranhe-Beaulieu et extensions, etc.

Les principaux clients de grosse force motrice sont :

La Cie d'Alais, Froges et Camargue, à Saint-Auban (Basses-Alpes) et à Gardanne (B.-du-R.).

Les Charbonnages des Bouches-du-Rhône et les Mines-Armand.

Les usines de Chaux et Ciments Pavin de Lafarge et Romain Boyer.

Les Etablissements Kuhlmann, les Chantiers de Provence, à Port-de-Bouc.

La Société électrométallurgique française, à Gardanne.

Les Poudreries nationales de Saint-Chamas et de Port-Saint-Louis.

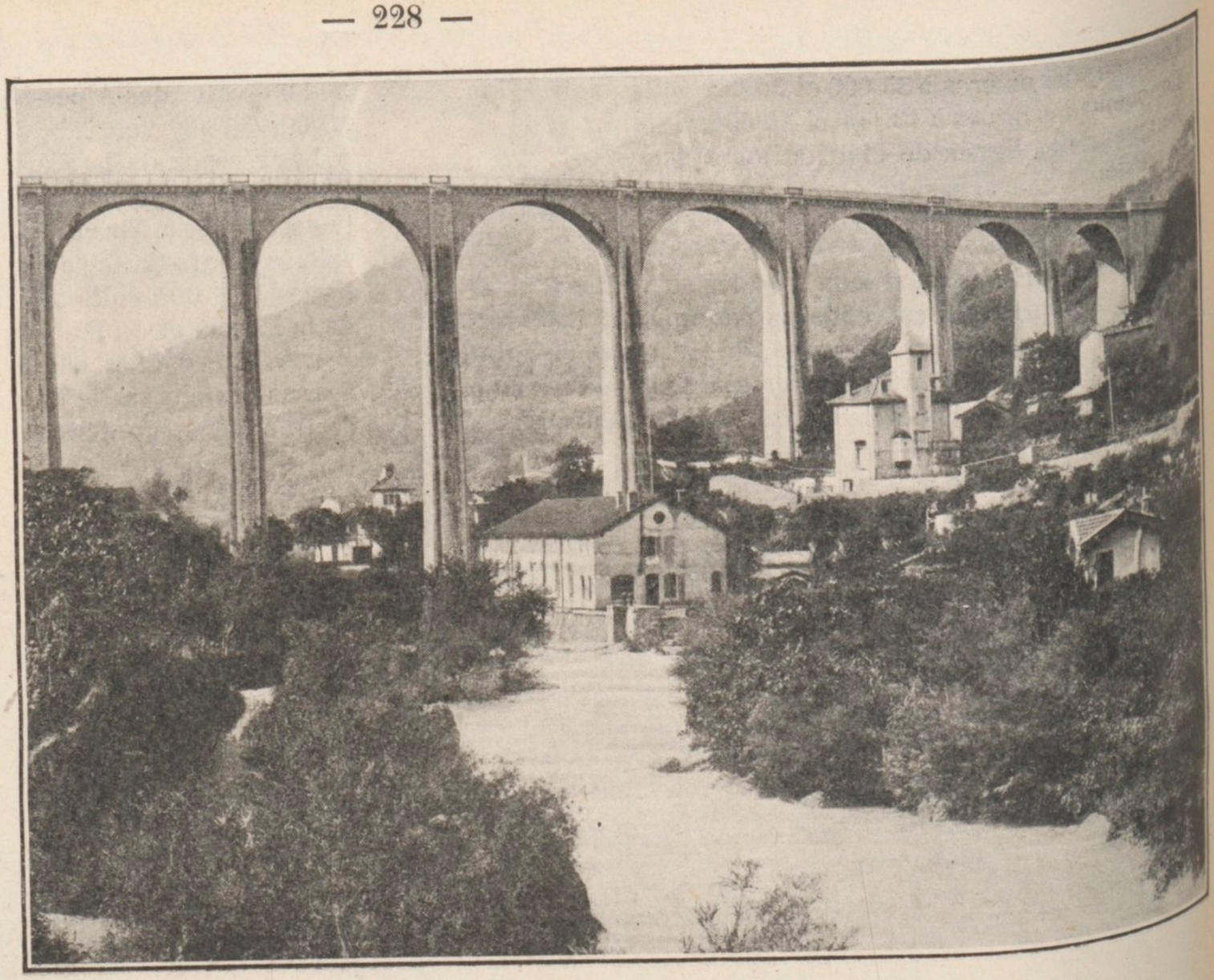


Fig. 7. — Usine de Pataras, sur le Loup.

Les Forges et Chantiers de la Méditerranée à la Seyne.

La Société provençale de Constructions navales à la Ciotat.

L'Arsenal maritime de Toulon.

Les Etablissements Schneider, à La Londe.

L'Atelier des Torpilles Whitehead, à Saint-Tropez.

Les Produits chimiques du Midi.

Les Ateliers de la Cie des Chemins de fer P.-L.-M., à Arles.

Les Salins du Midi, etc., etc.

La Société effectue elle-même, sur le parcours de ses lignes, la distribution de l'énergie électrique dans 129 communes réparties dans six départements, savoir :

46 communes dans le département des Bouches-du-Rhône.

33 communes dans le département du Var.

34 communes dans le département des Alpes-Maritimes.

8 communes dans le département des Basses-Alpes.

4 communes dans le département des Hautes-Alpes.

4 communes dans le département de Vaucluse.

Ces débouchés assurent à la Société le placement de toute l'énergie qu'elle produit; le développement des établissements industriels ainsi que de nouvelles industries susceptibles de grandes extensions font que les demandes devien-

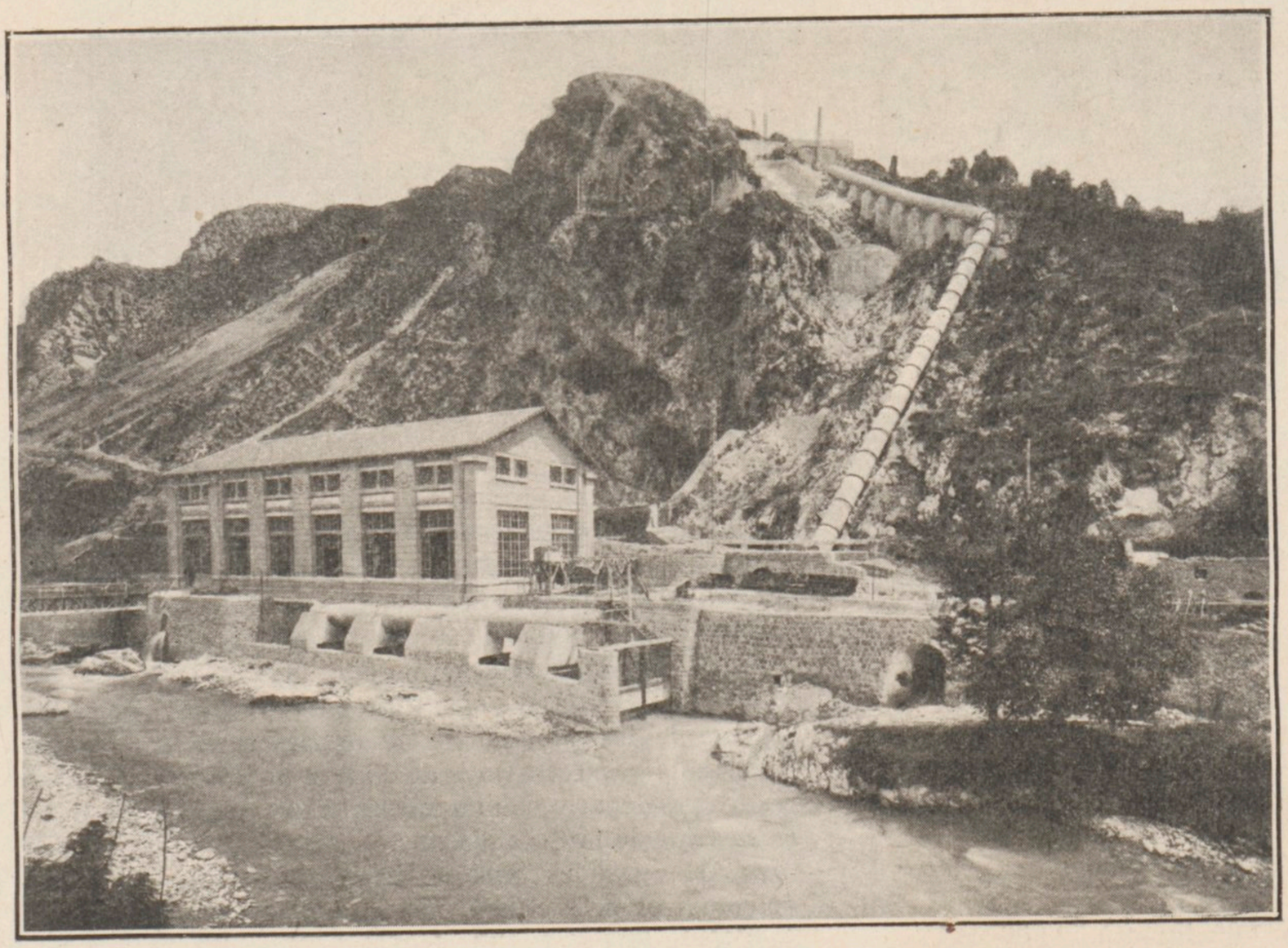


Fig. 8. — Usine de Fontan, sur la Roya.

nent de plus en plus importantes. Le tableau ci-dessus (page 224) donne un aperçu du développement de la Société depuis 1915.

L' « Energie Electrique du Littoral Méditerranéen » a étudié un programme d'extension qui comprend l'aménagement des réserves hydrauliques de la Tinée, affluent du Var, et des lacs de la haute région de la chaîne du Mont Ténibre qui sépare la vallée de la Tinée de celle de la Stura (Italie).

Les lacs de la région du Ténibre situés à une altitude variant entre 2300 et 2500 mètres seront aménagés en réservoirs d'accumulation et reliés entre eux de manière à concentrer leurs débits en un réservoir de mise en charge établi à l'altitude de 2300 mètres en amont de St-Étienne-de-Tinée où sera installée l'usine régulatrice à très haute chute (1150 mètres) et une autre usine utilisant une chute directe de 400 mètres sur la Tinée. En aval de St-Étienne s'échelonnent les usines qui utilisent les débits de la rivière et de ses affluents accrus en hiver par l'écoulement des réserves accumulées dans les lacs et réservoirs du Ténibre. Ces usines sont en descendant la vallée jusqu'au confluent de la Tinée et du Var :

Usine de la Cérizole (110 mètres de chute).

Usine de la Sorbière (320 mètres de chute).

Usine du Bancairon (300 mètres de chute).

Usine de la Courbaisse (120 mètres de chute).

L'aménagement commencera par les usines du Bancairon et de la Courbaisse, complétées par les installations des lacs et réservoirs du Ténibre ; l'exécution des autres usines aura lieu ensuite au fur et à mesure des besoins.

L'exécution de ces projets s'échelonnera sur un certain nombre d'années ; la rapidité d'exécution des travaux dépendra de l'accélération des demandes d'énergie de la clientèle. L'ensemble constituera un puissant moyen de régularisation hydraulique de la production d'énergie de la Société et permettra de réduire au strict minimum les quantités d'énergie produites à la vapeur. La vente des quantités d'énergie ainsi produites peut être considérée comme assurée par le développement toujours croissant des besoins de la clientèle, auxquels viendront s'ajouter, très probablement, les fournitures d'énergie nécessaires à la traction des chemins de fer P.-L.-M. dans la région du littoral méditerranéen.

Enfin, une ligne de transmission à 150000 volts mettra en liaison les centres de production de la Tinée et de la Durance et assurera la meilleure répartition possible et la régularisation des disponibilités de puissance et d'énergie de la Société.

L'ensemble des aménagements hydrauliques énumérés ci-dessus représente une production annuelle de l'ordre de plusieurs centaines de millions de kilowatts-heure : ce chiffre fait ressortir l'importance du programme et les possibilités d'extension que la Société s'est assurées pour l'avenir. Mais il faut insister sur le fait que l'exécution de ces aménagements n'aura lieu que graduellement et après que la Société aura acquis tous les concours nécessaires et la certitude que les quantités d'énergie produites apporteront par leur vente non seulement les recettes correspondant aux charges financières nouvelles, mais aussi les bénéfices supplémentaires indispensables à la consolidation et à la progression des recettes.

31 mai 1922.

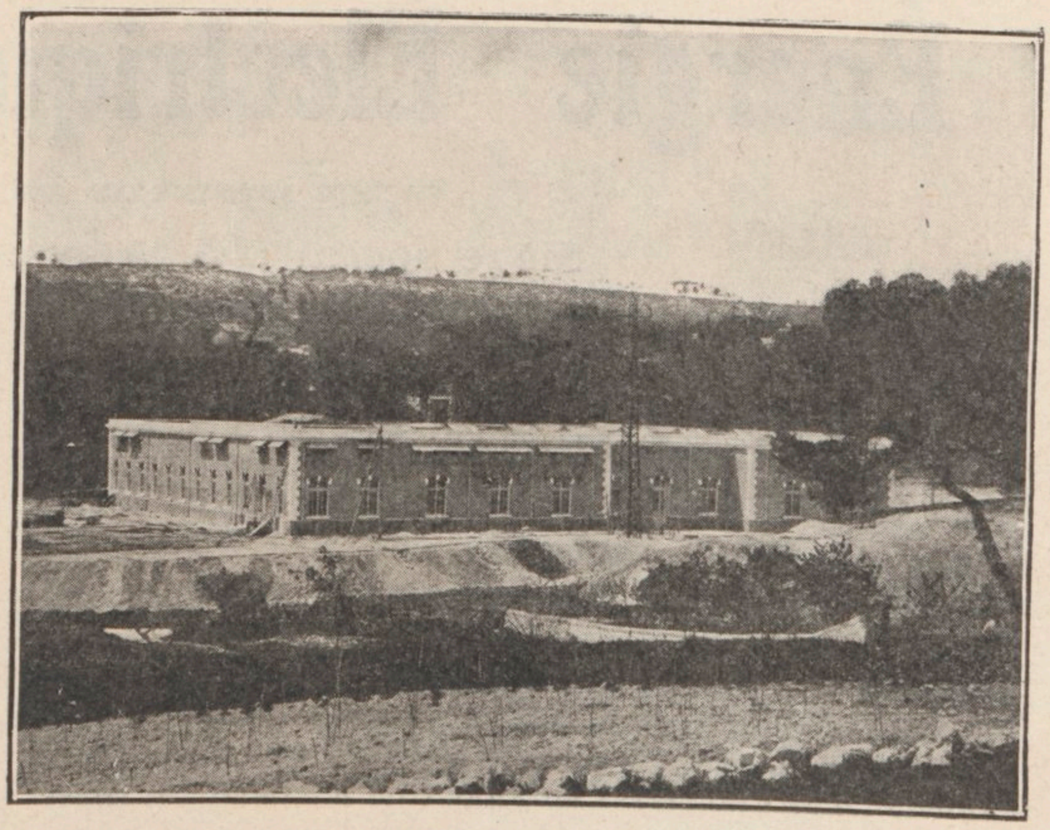


Fig. 9. — Poste de la Gavotte (Marseille).

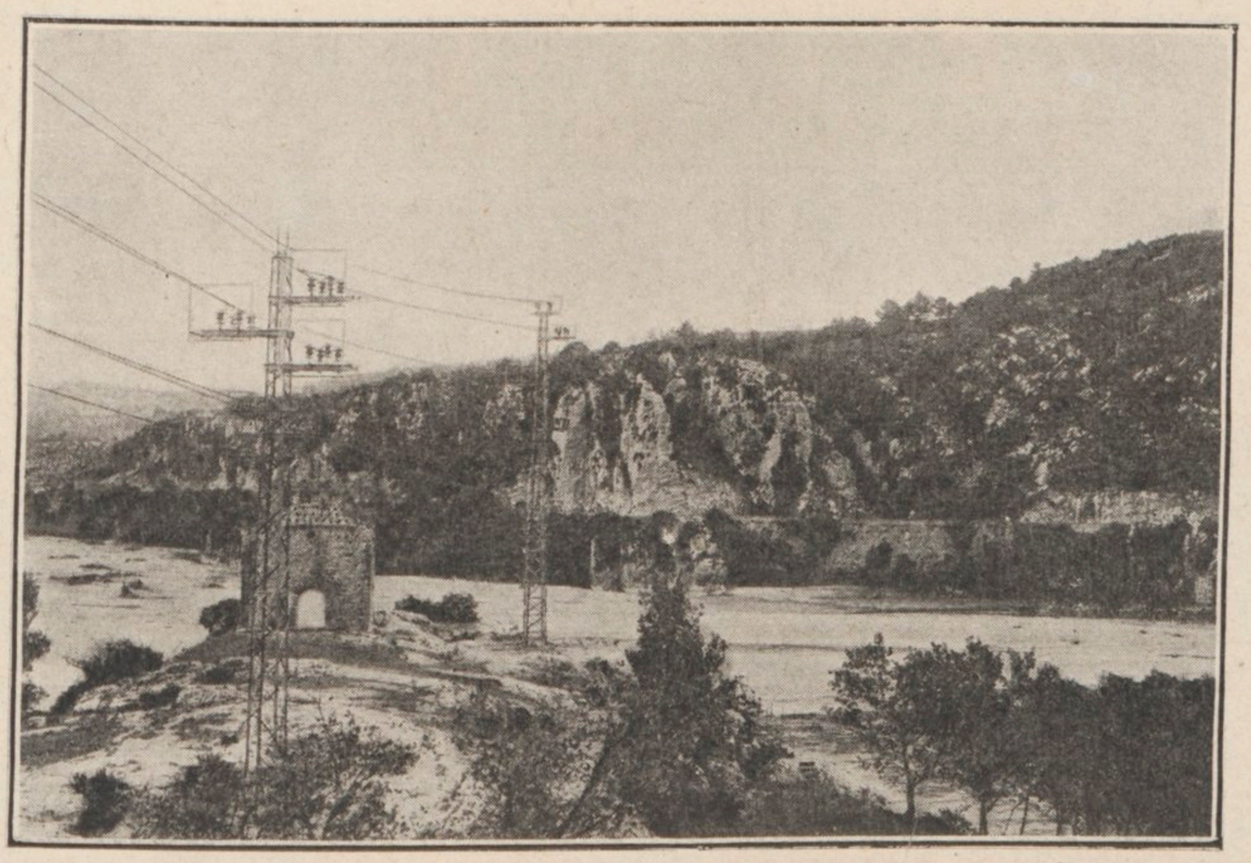


Fig. 10. — Traversée de la Durance.

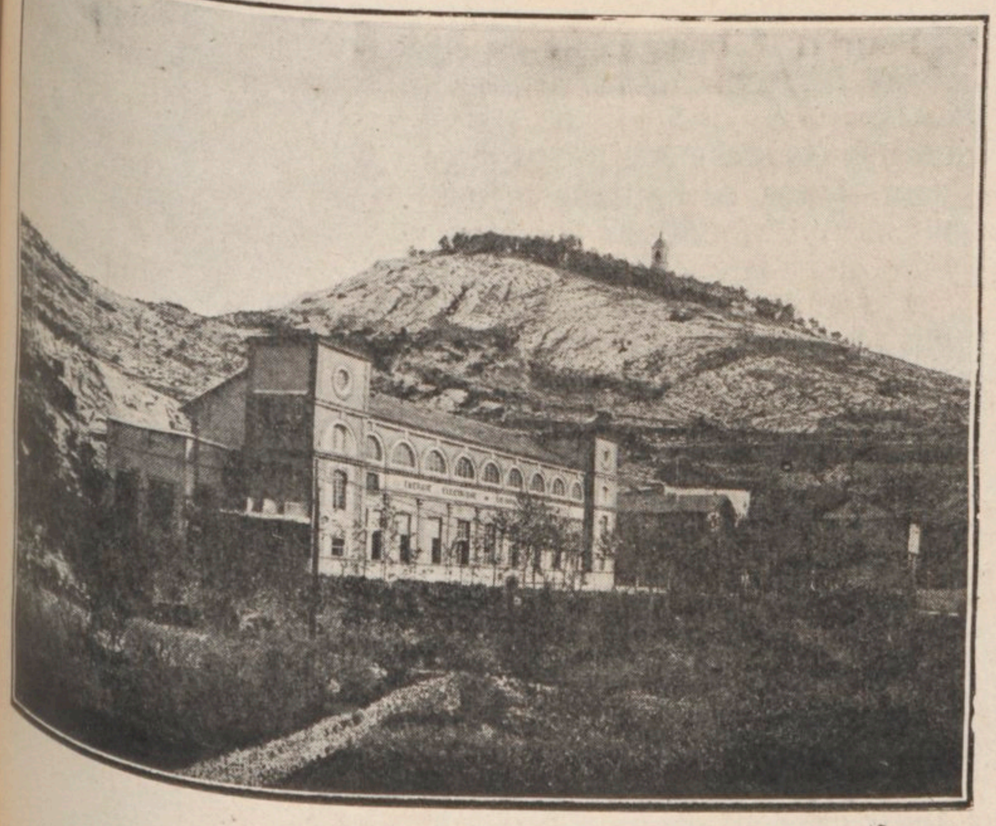


Fig. 11. Poste d'Allauch (Marseille).

# Énergie Électrique du Sud-Ouest

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 50 000 000 FRANCS

**Siège social : 5, Avenue du Coq — PARIS (9e)**

*Direction à Bordeaux : 185, Boulevard Antoine-Gautier*

---

La Société *Energie Électrique du Sud-Ouest* a été constituée le 21 mai 1906, dans le but de transmettre et distribuer dans la région du Sud-Ouest de la France l'énergie électrique produite principalement à l'usine hydroélectrique de Tuilière, sur la Dordogne.

Le capital, qui était à l'origine de 7 000 000 francs, a été porté successivement à 14 000 000 fr en 1908, à 22 000 000 fr en 1910, à 24 000 000 fr en 1913, à 30 000 000 fr en 1917, enfin, à 50 000 000 fr en 1921.

Le barrage de Tuilière, construit de 1906 à 1908 sur la Dordogne, à 10 kilomètres en amont de Bergerac, est constitué par une série de piles en maçonnerie servant d'appui à 8 vannes mobiles qui créent une retenue de 12 mètres.

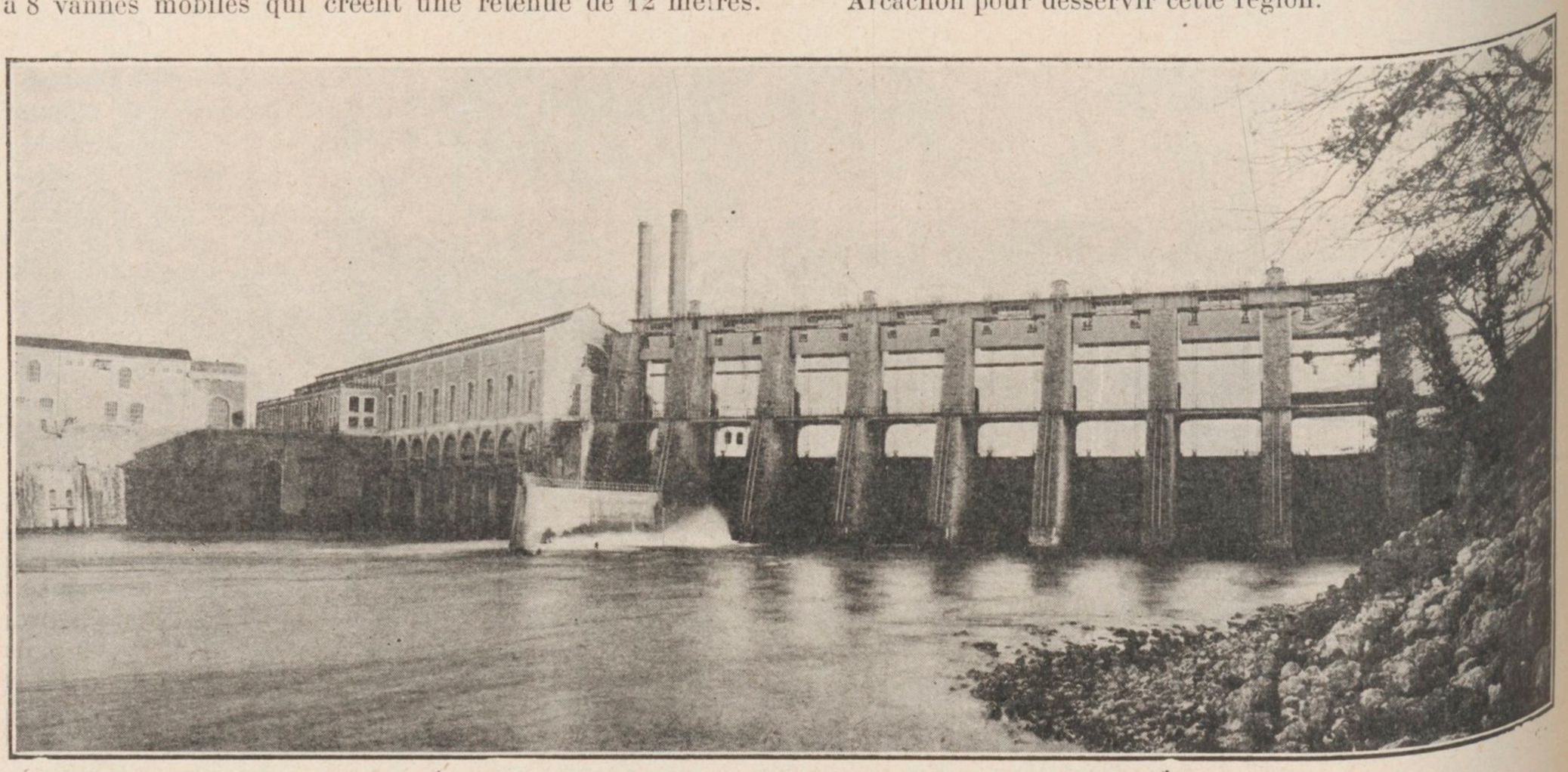


Fig. 1. — Usine et barrage de Tuilière.

L'usine contiguë au barrage comprend 9 turbines de 2 700 chevaux. Une usine à vapeur permet de suppléer aux insuffisances de la puissance hydraulique, notamment pendant les périodes de sécheresse ainsi que pendant les crues de la Dordogne; elle comprend 4 turbo-alternateurs d'une puissance totale de 23 000 kilowatts.

L'usine à vapeur de Floirac, construite pendant la guerre dans la banlieue de Bordeaux, a été mise en service dans le courant du mois d'août 1920; elle complète la réserve thermique de Tuilière et renforce la sécurité et l'élasticité de l'alimentation de la région bordelaise. Cette usine, prévue pour une puissance de 40 000 kilowatts, est actuellement équipée avec 2 groupes turbo-alternateurs de 6 000 kilowatts; un troisième groupe de 10 000 kilowatts est en installation.

L'usine hydraulique de Mauzac, située sur la Dordogne à 14 kilomètres à l'amont de Tuilière, a été mise en service pendant l'été 1921; elle est construite pour une puissance de 16 000 chevaux et équipée actuellement avec 4 groupes hydrauliques de 2 700 chevaux.

La transmission de l'énergie produite par ces usines s'effectue par trois artères à 50 000 volts partant de l'usine de Tuilière, reliée elle-même à l'usine de Mauzac par une double ligne à 50 000 et 13 500 volts. Deux de ces artères amènent au poste de transformation de Cenon, dans la banlieue de Bordeaux, l'énergie nécessaire pour alimenter la région bordelaise : l'une passe par la vallée de la Dordogne, l'autre se rapproche de la vallée de la Garonne et dessert par une dérivation la région de Tonneins près d'Agen. Le poste de Cenon est relié à l'usine à vapeur de Floirac.

La troisième artère aboutit à Angoulême et alimente par un embranchement la ville de Périgueux.

Enfin, une artère à 50 000 volts partant de l'usine de Floirac amène, à Croix-d'Hins, l'énergie nécessaire à la station radiotélégraphique Lafayette ; elle est prolongée jusqu'à Arcachon pour desservir cette région.

Pour distribuer l'énergie électrique dans toute la zone située à proximité des artères principales, chacune d'elles est pourvue d'un circuit triphasé à 13 500 volts, posé sur les mêmes supports. De ce circuit à 13 500 volts partent de nombreuses dérivations primaires alimentant, par l'intermédiaire des stations transformatrices, les réseaux de distribution à basse tension.

Les chiffres ci-après donnent un aperçu de l'importance des réseaux de distribution de la Société :

| | |
|---|---|
| Longueur des artères à 50 000 volts. ..... | 407 km. |
| Longueur des lignes à 13 000 volts ..... | 782 — |
| Longueur des réseaux secondaires de distribution à basse tension ..... | 339 — |
| Total .. ..... ..... ... . | 1 528 km. |

L'énergie électrique est surtout distribuée dans les villes de Bordeaux, Bergerac, Angoulême, Périgueux, Marmande, Libourne, Arcachon, etc.... et dans leurs zones d'influence, ainsi que dans 150 autres communes moins importantes, que la Société alimentent directement ou indirectement.

La population totale de la région desservie directement ou indirectement est de 650 000 habitants.

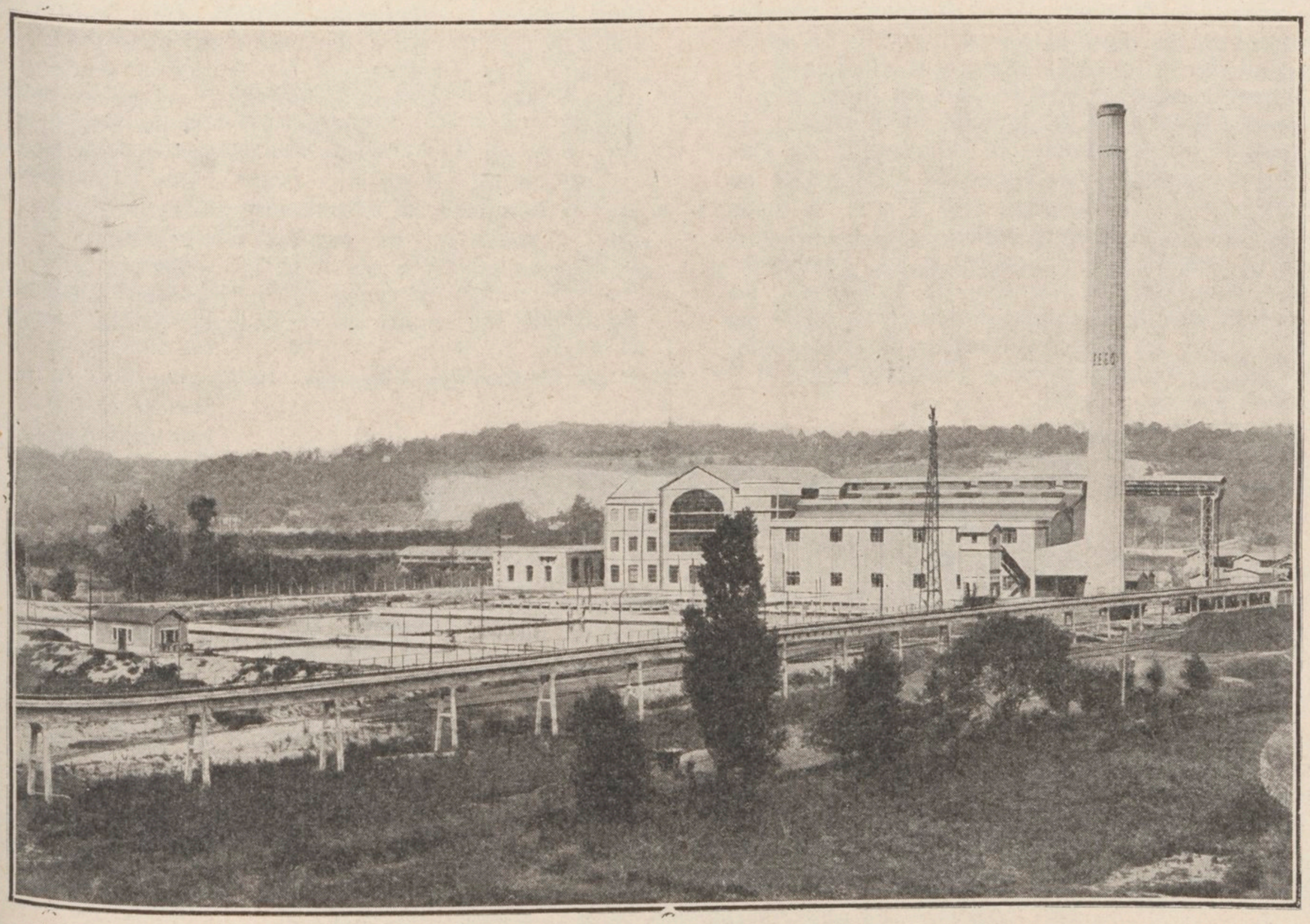


Fig 2 — Usine de Floirac.

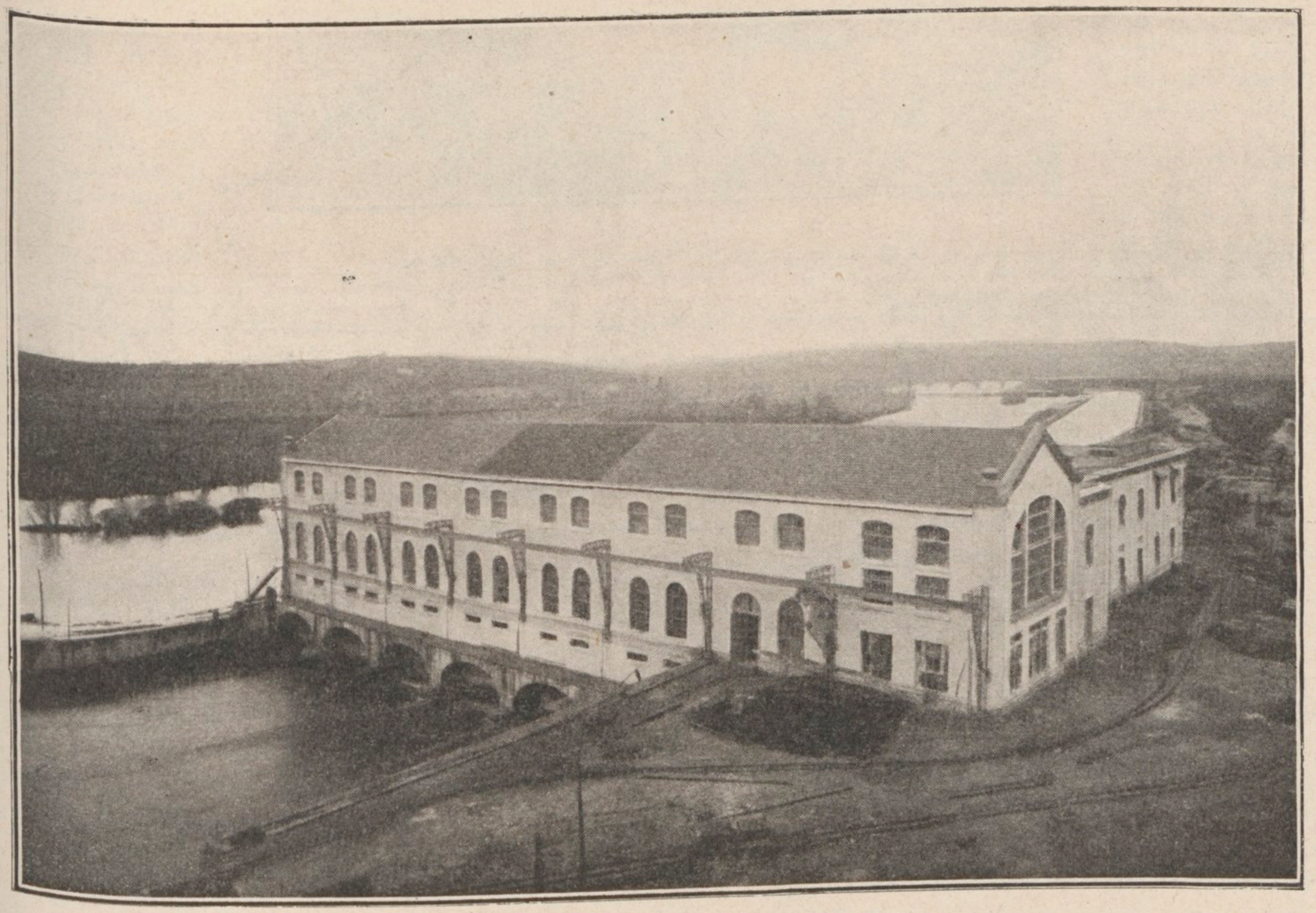


Fig. 3. — Usine de Mauzac.

Les grandes villes de la région sont desservies par des Sociétés concessionnaires spéciales auxquelles l'Énergie Électrique du Sud-Ouest fournit le courant électrique en gros et parmi lesquelles il convient de citer : la Régie municipale du Gaz et de l'Electricité de la ville de Bordeaux, la Société d'Electricité de Périgueux, la Compagnie du Gaz d'Angoulême, les Compagnies du Gaz et de l'Électricité de Bergerac, de Barbezieux, de Libourne, de Ribérac... L'Énergie Électrique du Sud-Ouest dessert également la Compagnie des Tramways et Omnibus de Bordeaux, les Tramways départementaux de la Gironde (Réseau de Libourne), les Tramways d'Angoulême, la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans pour les ateliers et la gare de Périgueux, la Station radiotélégraphique Lafayette à Croix-d'Hins.

Enfin la Société fournit la force motrice aux usines et établissements industriels de la région, parmi lesquels de nombreuses papeteries près d'Angoulême et dans la Dordogne, des usines métallurgiques, des fabriques de chaux et ciments, des minoteries, des ateliers de constructions mécaniques ; elle fournit également une puissance importante aux Poudreries, nationales d'Angoulême, de Saint-Médard et à la Fonderie de la Marine à Ruelle, près d'Angoulême.

Le tableau ci-joint résume les renseignements statistiques sur le développement de la production et de la clientèle de la Société depuis 1910.

La Société alimente et exploite directement le Réseau électrique de la Société intercommunale d'Eclairage qui dessert les communes de Pessac, Talence et Caudéran de la banlieue de Bordeaux

L'importance des usines thermiques de la Société lui a permis de faire face à toutes les demandes pendant l'année si exceptionnellement sèche de 1921, et la clientèle a pu être alimentée normalement sans subir aucune restriction. Les réserves de puissance et d'énergie dont elle dispose, lui permettent de fournir avec la plus grande sécurité d'exploitation, aux régions agricoles des départements desservis par ses lignes, toute l'énergie électrique nécessaire pour l'alimentation des réseaux ruraux. Elle a, d'ailleurs, poussé énergiquement à la diffusion de l'électricité dans les campagnes, et seul le renchérissement des frais d'installation consécutifs à la guerre en a ralenti le développement ; celui-ci va d'ailleurs reprendre une nouvelle activité par l'intervention des Syndicats de Communes auxquels la Société donnera tous les concours utiles.

La production d'énergie de l'ensemble des usines de la Société atteint actuellement 145 millions de kilowatts-heure par année ; elle pourra être portée à 200 millions de kilowatts-heure par l'utilisation intensive des installations actuelles. Les projets d'avenir permettront d'ailleurs à la Société de faire face en tout temps aux demandes de la clientèle et au développement de son champ d'action.

Déjà, en 1914, la Société avait commencé l'étude d'un important programme d'aménagement de la Haute-Dordogne, qui fut interrompue par la guerre ; ces études furent reprises dès que les circonstances le permirent ; la Société a déposé, le 9 juin 1916, une demande de concession pour l'aménagement du bassin de la Dordogne en amont de Beaulieu, avec dossier et plans détaillés à l'appui. Les études furent poursuivies activement malgré les difficultés dues à la guerre, et les projets d'exécution furent remis à l'Administration en complément des dossiers de demande de concession.

Fig. 4. — Usine de Mauzac. Vue intérieure.

| ANNÉES | VENTE EN GROS AUX CONCESSIONNAIRES Puissance raccordée en kilowatts | VENTE DIRECTE | | | | RECETTES D'EXPLOITATION en francs |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ÉCLAIRAGE | | FORCE MOTRICE | | |
| | | Nombre de polices | Nombre de lampes | Nombre de polices | Puissance raccordée en chevaux | |
| 1910 | 7 545 | 2 230 | 20 161 | 98 | 2 205 | 814 547 |
| 1911 | 7 730 | 2 946 | 28 842 | 205 | 3 046 | 1 434 062 |
| 1912 | 9 545 | 3 749 | 37 903 | 341 | 4 070 | 1 913 735 |
| 1913 | 10 000 | 4 883 | 48 371 | 490 | 6 534 | 2 414 217 |
| 1914 | 11 075 | 5 921 | 57 223 | 632 | 8 289 | 2 925 618 |
| 1915 | 13 350 | 6 453 | 62 178 | 655 | 9 560 | 4 076 556 |
| 1916 | 13 350 | 7 074 | 67 150 | 718 | 14 891 | 6 838 593 |
| 1917 | 13 765 | 7 704 | 71 404 | 778 | 17 605 | 8 745 504 |
| 1918 | 13 765 | 8 634 | 78 720 | 863 | 20 268 | 9 477 191 |
| 1919 | 13 880 | 10 294 | 93 037 | 1 043 | 22 697 | 7 535 762 |
| 1920 | 14 070 | 11 493 | 102 158 | 1 252 | 21 948 | 15 645 767 |
| 1921 (1) | 16 285 | 15 010 | 148 651 | 1 621 | 24 076 | 18 905 201 |

(1) Y compris les réseaux de Caudéran, Pessac et Talence.

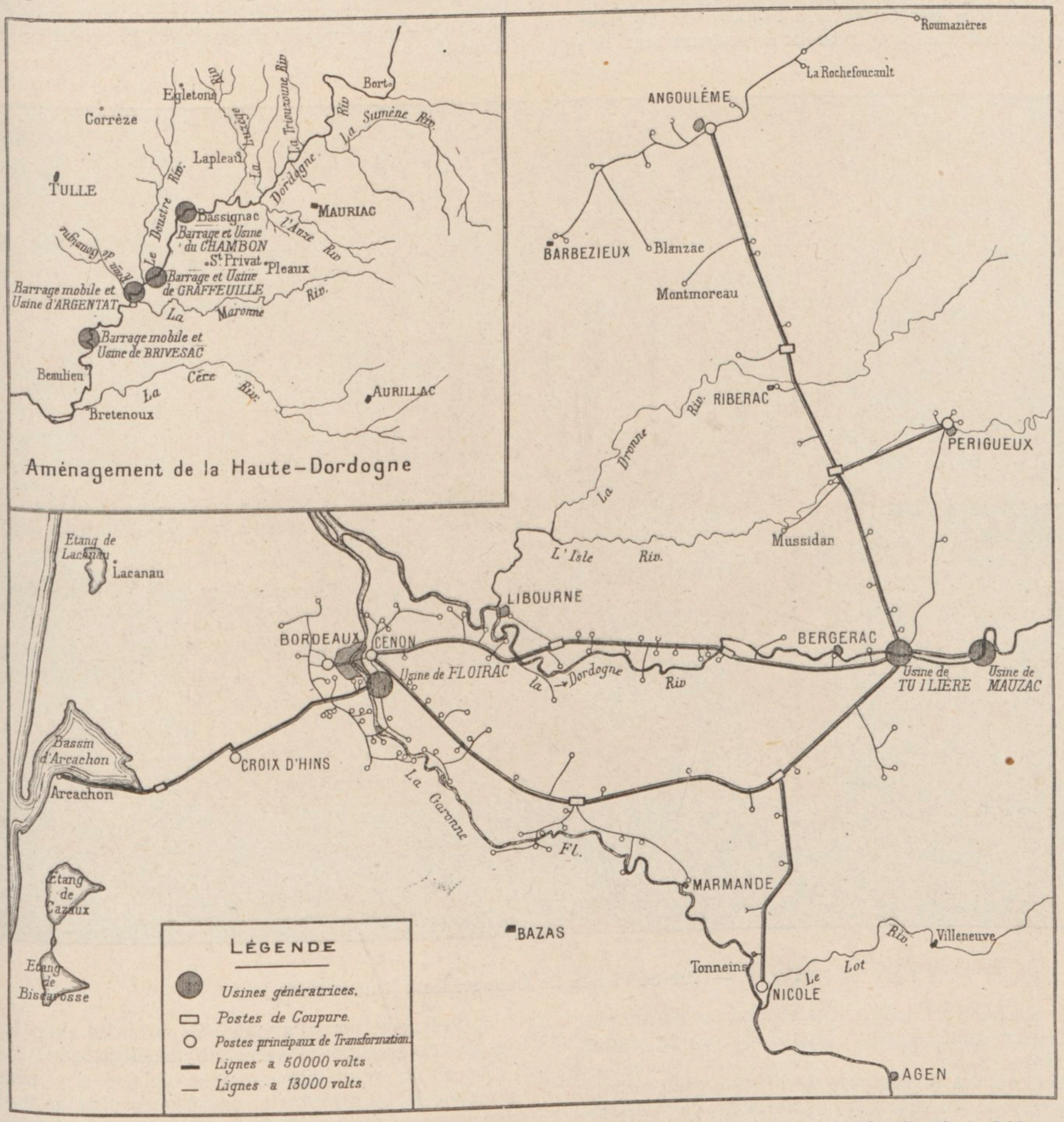
Peu après la demande de concession de l' « Energie Electrique du Sud-Ouest », la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans fit une demande analogue pour s'assurer les puissances nécessaires à ses projets d'électrification. Une entente intervint, et l'Administration réserva au Paris-Orléans l'ensemble des chutes de la Dordogne et de la Rhue, en amont du pont de Vernéjoux, tandis qu'elle prenait en considération et mettait aux enquêtes pour l' « Energie Electrique du Sud-Ouest » l'ensemble des chutes et barrages compris entre Brivezac en aval et Vernéjoux en amont. Les enquêtes réglementaires eurent lieu en avril et mai 1919. Par la loi de finances du 31 juillet 1920, la concession de la part d'aménagement de la Dordogne réservée au Paris-Orléans fut accordée à cette Compagnie, tandis que l'Administration décidait d'étendre ses études à l'ensemble du bassin de la Dordogne, jusqu'au Bec d'Ambès. L' « Energie Electrique du Sud-Ouest » a profité de ces délais pour parachever et mettre au point les études de ses projets, en préparer l'exécution et procéder aux sondages prescrits par les géologues.

L'aménagement pour lequel l' « Energie Electrique du Sud-Ouest » maintient sa demande de concession avec le bénéfice de l'instruction déjà réalisée, comporte la construction des deux barrages réservoirs, du Chambon et de Graffeuille, près d'Argentat, de 110 et 40 mètres de hauteur, avec usine au pied de chaque barrage, et deux usines à barrages mobiles à Argentat et à Brivezac, de 7 et 13 mètres de hauteur.

En tenant compte des accumulations réalisées par les aménagements de la partie supérieure de la Dordogne, exécutés par la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, ces deux réservoirs permettront de régulariser le débit de la Dordogne en aval d'Argentat à un chiffre voisin de 80 mètres cubes par seconde. La puissance totale installée à ces quatre usines sera de 300 000 chevaux, et la production annuelle d'énergie sera de l'ordre de 900 000 000 kilowatts-heure.

La conjugaison des quatre barrages successifs permettra d'utiliser au maximum les disponibilités d'énergie de la rivière, et de satisfaire aux pointes de puissances exigées par les grands réseaux de distribution. L'énergie ainsi produite sera transportée vers Bordeaux et les autres centres d'utilisation par des artères à 150 000 volts. Ce programme sera réalisé par une société spéciale dite « Société des Forces motrices de la Haute-Dordogne », actuellement en formation et à laquelle l' « Energie Electrique du Sud-Ouest » a pu apporter l'appui d'importants groupements financiers, industriels et électriques; cette Société spéciale assurera l'exécution de ces aménagements en vertu des dispositions de la loi du 16 octobre 1919, qui garantit d'ailleurs aux collectivités intéressées les réserves d'énergie dont elles peuvent avoir besoin.

31 mai 1922.



# UNION D'ÉLECTRICITÉ

**Société anonyme au Capital de 125 millions de francs**

## Siège social : 57, rue Pierre-Charron — PARIS (8e)

### I. — Conditions de formation de l'Union d'Electricité. — Mise à exécution de son programme.

Jusqu'en 1919, la production et la distribution de l'énergie électrique dans la région parisienne et les régions avoisinantes étaient assurées par un certain nombre de Sociétés dont les usines génératrices produisaient le courant sous des tensions et des périodicités différentes, et dont les réseaux de distribution étaient généralement hors d'état de se prêter un secours réciproque.

Au début de 1919, les promoteurs de l'Union d'Electricité conçurent le projet de transformer l'exploitation de la distribution d'électricité dans la région parisienne et de réaliser un plan d'ensemble largement conçu.

La Société d'Etudes « Union française d'Electricité », créée à cet effet en mars 1919, jeta les bases d'un programme de réorganisation dont les idées maîtresses étaient les suivantes :

*a*) Unir les secteurs (Triphasé, Ouest-Lumière, Secteur de la Rive gauche, Compagnie générale de Distribution d'Energie électrique, Energie électrique de la Région parisienne, Est-Lumière) (1) pour organiser en commun la production en grand dans les meilleurs conditions;

*b*) Préparer l'unification des distributions en tendant vers les conditions types, triphasé, 50 périodes par seconde.

*c*) Dégager les secteurs de distribution de la préoccupation d'entretenir et d'accroître leurs usines et leur permettre de consacrer toute leur activité au développement de leurs réseaux;

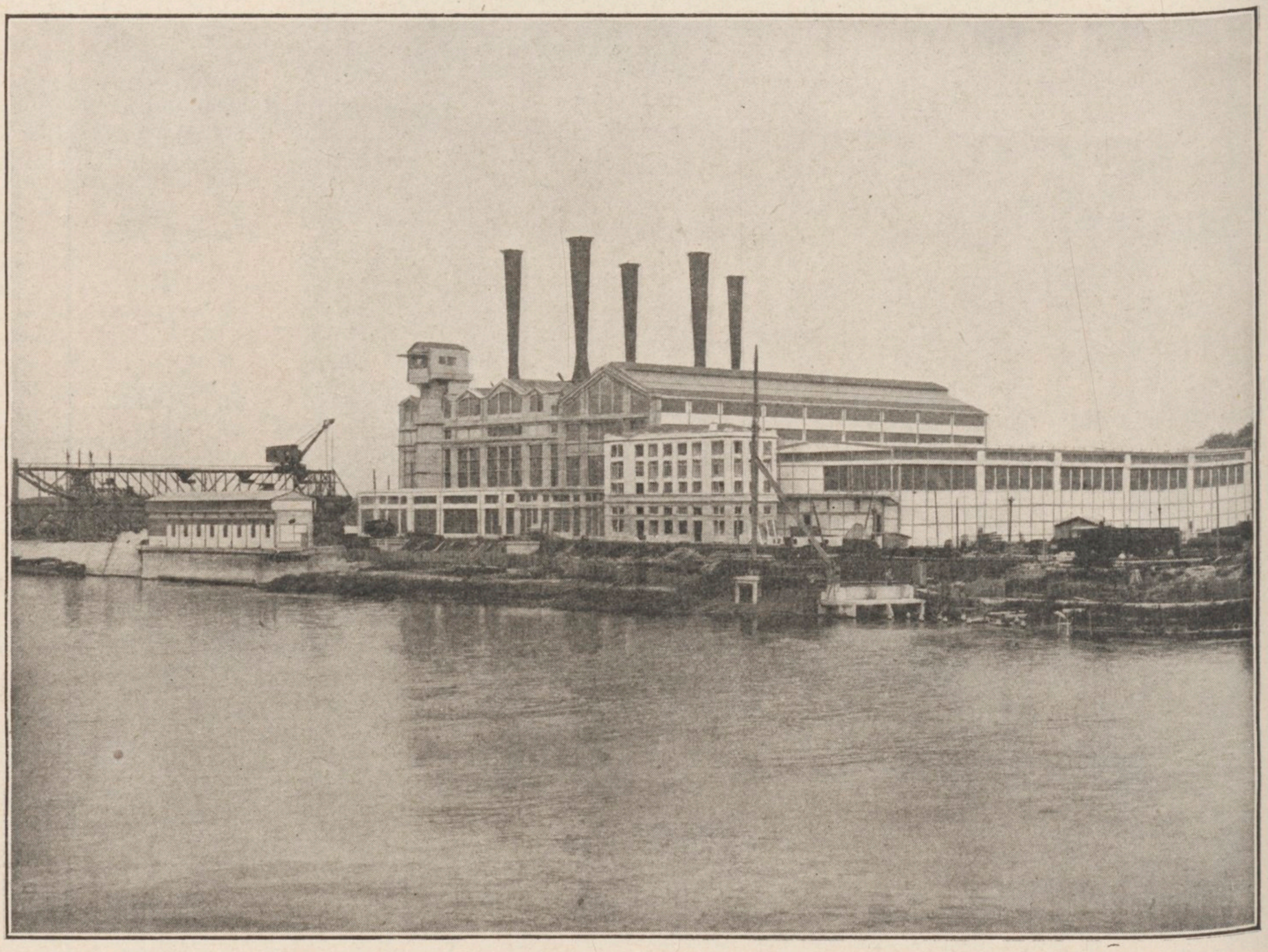


Fig. 1. — Vue de l'Usine de Gennevilliers (Juillet 1922).

*d*) Préparer, ponr l'avenir, des ententes avec les entreprises de transmission d'énergie hydroélectrique.

Avec un sens extrêmement éclairé des nécessités du progrès, la totalité des secteurs cités plus haut adhéra à ce programme et accepta de collaborer à sa réalisation. Les étapes en furent rapides :

Dès le cours de l'été 1919, l'Union d'Electricité naissait de la fusion de l'Union française d'Electricité et de la Compagnie générale de Distribution d'Electricité qui apportait à l'entreprise ses usines de Vitry (36 000 kw) et Billancourt (22 000 kw).

Peu après, l'Union absorbait l'Energie électrique de la Région parisienne (Usines de Nanterre, 20 000 kw et d'Issy-les-Moulineaux, 31 000 kw).

(1) Le programme de l'Union française d'Electricité ne pouvait intéresser que par contre-coup les autres sociétés de distribution d'électricité de la région parisienne : la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité en raison de son caractère municipal, et la Société d'Electricité de Paris, en raison de la clientèle spéciale.

Avant la fin de 1919, l'Union d'Electricité établissait des accords définitifs avec les Sociétés : Le Triphasé (Usine d'Asnières, 46 000 kw), l'Ouest-Lumière (Usine de Puteaux, 45 000 kw), le Secteur de la Rive gauche (Usine d'Issy-les-Moulineaux, 8 000 kw), l'Est-Lumière (Usine d'Alfortville, 23 000 kw) et devenait propriétaire des usines de ces sociétés.

En même temps, l'Union d'Electricité établissait les plans de l'usine de Gennevilliers de 200 000 kw destinée à remplacer la plupart des usines anciennes rachetées et lançait les premières commandes de matériel.

Le chantier de l'usine, ouvert au printemps de 1920, mais pratiquement arrêté par une grève, était définitivement lancé au début de l'été.

Dix-huit mois plus tard, la première unité commençait ses essais, et six mois après cette date l'usine entrait en exploitation.

Concurremment, les travaux des usines de Billancourt et d'Issy-les-Moulineaux étaient achevés, une série d'ouvrages déjà entrepris dans les usines rachetées ou absorbées étaient également complétés, si bien que plus de 100 000 kw en turbo-alternateurs entièrement modernes étaient mis en service dans ces diverses usines.

## II. — Données financières.

Le capital social de l'Union d'Electricité, à l'origine de 25 millions de francs, a été porté à 125 millions au début de 1920. Il est divisé en 500 000 actions de 250 francs, entièrement libérées, dont 119 200 remises aux secteurs en rémunération de leurs apports.

Selon l'autorisation donnée au Conseil d'Administration par l'Assemblée générale extraordinaire du 24 juin 1922, le capital pourra être porté ultérieurement et suivant les besoins de 125 à 200 millions de francs.

La Société a repris la charge des obligations 5 pour 100 Distribution d'Energie électrique (42 000 titres remboursables de 1910 à 1957). Elle a émis en outre, en deux tranches, 160 000 et 80 000, au total 240 000 obligations 6 pour 100 net, remboursables en 30 ans.

Il a été stipulé dans les statuts de la Société que, pendant la période de construction de l'usine de Gennevilliers au maximum pendant trois ans à partir du 1er janvier 1920, les actions auraient droit à un intérêt intercalaire de 5 pour 100. Les bénéfices nets de l'exercice 1921, qui proviennent uniquement des usines rachetées à la Compagnie de Distribution d'Energie électrique et à l'Energie électrique de la Région parisienne, ont néanmoins permis, en 1922, l'attribution d'un dividende de 6 pour 100.

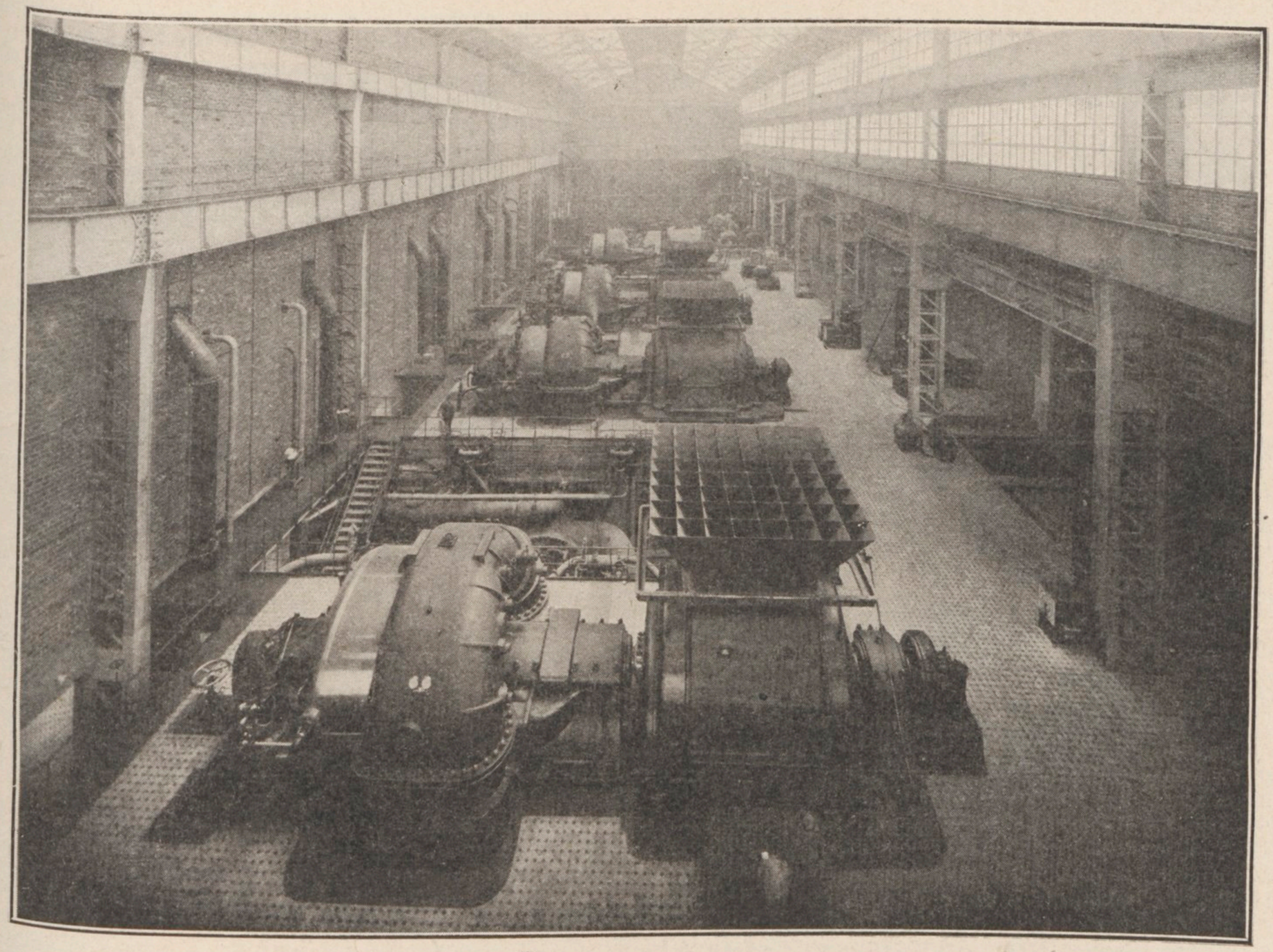


Fig. 2. — Vue intérieure de l'Usine de Gennevilliers, montrant les groupes turbo-alternateurs de 40 000 kw.

## III. — Système de distribution. — Réseaux.

L'ancien réseau de l'Union est souterrain ; il a une longueur totale d'environ 90 km, à la tension de 13 500 volts.

Le nouveau réseau de distribution de l'Union, en cours de construction, sera alimenté par les usines suivantes :

L'usine de Gennevilliers (200 000 kw installés dès le début);

L'usine de Vitry, équipée en usine de secours (actuellement 49 000 kw installés et prochainement 80 000 kw);

Les deux usines de Nanterre et d'Issy-les-Moulineaux, sur lesquelles l'Etat possède un droit de rachat;

L'usine hydroélectrique d'Eguzon, sur la Creuse (40 000 kw), actuellement en cours de construction par

l'Union Hydro-Electrique, Société dans laquelle l'Union d'Electricité a pris une participation ;

Eventuellement les usines hydroélectriques en cours d'étude ou de réalisation dans le Centre ou sur le Rhône.

La distribution se fait sous forme de courant à 60 000 volts à l'aide de câbles unipolaires groupés par trois pour constituer des artères triphasées. Les câbles sont disposés en triangle dans un caniveau en béton armé. Le point neutre de la distribution a été mis à la terre directement.

La protection de l'ensemble est, en outre, assurée par un réseau de câbles pilotes à conducteurs multiples, alimentant des relais sélectifs. Ces relais actionnent des interrupteurs automatiques qui isolent du réseau simultanément les deux extrémités du câble avarié dès qu'un défaut commence à s'y manifester. Les câbles pilotes renferment également les conducteurs téléphoniques qui mettent en communication directe les différentes sous-stations avec le poste central de l'usine.

La longueur totale du réseau souterrain à 60 000 volts ceinturant Paris sera d'environ 125 km ; ce réseau souterrain doit être complété par un réseau aérien rayonnant.

Les branches principales de ce réseau, orientées sensiblement dans la direction des points cardinaux et dont la longueur totale atteindra 250 km, sont les suivantes : Paris-Creil (55 km), Paris-Mantes (45 km), Paris-Corbeil-Orléans (110 km), Paris-Meaux (48 km).

Actuellement la ligne Paris-Creil est entièrement établie ; c'est une ligne double à 60 000 volts, sur poteaux en ciment armé et pylônes métalliques pour les passages spéciaux. Les conducteurs sont en aluminium et mesurent 150 mm² de section.

La ligne Paris-Mantes est en étude.

## IV. — Anciennes Usines.

Les quatre usines d'Alfortville, Asnières, Billancourt et Puteaux, qui ont une puissance totale installée de 152 0 0 kw doivent être arrêtées au fur et à mesure de la mise en marche des diverses unités de 40 000 kw montées à Gennevilliers et remplacées par des sous-stations, déjà terminées pour la plupart, où le courant à 60 000 volts sera abaissé à la tension d'utilisation propre à chacun des secteurs. Ces usines renferment un excellent matériel et les conditions de leur exploitation sont aussi économiques que le comporte leur puissance unitaire. C'est seulement parce que la concentration d'une puissance beaucoup plus considérable à Gennevilliers et accessoirement à Vitry permet d'envisager des économies de toute nature que l'Union a décidé de ne plus exploiter ses usines de puissance plus faible.

L'usine de Vitry comprend à l'heure actuelle 2 turbines Curtiss verticales anciennes de 9 000 kw, à 25 p : s ; 2 turbines Curtiss horizontales neuves de 12 500 kw, à 25 p : s et une turbine horizontale de 6 000 kw neuve, à 50 p : s, soit au total 49 000 kw.

Cette usine est en cours de transformation. Les unités verticales seront remplacées par des unités horizontales de 15 000 kw à 3 000 t : mn et de 25 000 kw à 50 p : s. Une unité supplémentaire de 10 000 kw est déjà en cours d'installation. Les deux alternateurs des turbines de 12 500 kw seront transformés en alternateurs à 50 p : s de 15 000 kw. Dans ces conditions, l'usine comportera une puissance totale installée de 80 000 kw entièrement à la fréquence de 50 p : s ; ainsi équipée, l'usine de Vitry servira d'usine de secours et d'usine de pointe. Il lui sera, en outre, annexé une importante sous-station munie de moteurs synchrones (condensateurs ou réactances synchrones) qui sera le terminus des lignes à très haute tension provenant du centre et notamment de l'usine d'Eguzon.

Chacune des usines de Nanterre et d'Issy-les-Moulineaux est munie de quatre groupes turbo-générateurs de 5 000 kw chacun. Elles ont été édifiées conformément à un contrat passé par les Chemins de fer de l'Etat. Elles doivent être rachetées par l'Administration de ces Chemins de fer, soit à l'expiration du contrat, soit dans l'intervalle. D'autre part, les charges financières qui ont été occasionnées par leur construction sont couvertes par les annuités payées par l'Administration des Chemins de fer. Ces usines se trouvent donc dans une situation tout à fait particulière et elles n'ont pas été comprises dans le programme d'ensemble de réalisation ou de refonte de l'Union.

## V. — La Centrale de Gennevilliers.

Les plans de la Centrale de Gennevilliers ont été établis après une étude comparative minutieuse et approfondie des grandes centrales modernes d'Europe et d'Amérique qui a permis de doter la nouvelle usine de toutes les installations techniques les plus perfectionnées.

La Centrale de Gennevilliers est construite sur un terrain de 11 hectares, situé sur une longueur de 400 m en bordure de la Seine, près du pont d'Argenteuil. Elle peut recevoir ses combustibles par la voie fluviale et elle dispose, en outre, d'un embranchement de voie ferrée raccordé avec les Chemins de fer de l'Etat.

L'usine génératrice se compose d'un vaste bâtiment couvrant un quadrilatère de près de 160 m de largeur sur 110 m de profondeur. D'autres bâtiments annexes sont affectés aux services accessoires, naturellement très importants pour une usine aussi puissante : ateliers, magasins, laboratoires, administration, habitations des directeurs, ingénieurs et contremaîtres. Un important ouvrage de prise d'eau, tout en ciment armé, comportant des vannages, grilles de filtrage, chambre de décantation et pompage, a été construit à proximité de la Seine pour assurer en tout temps l'alimentation en eau des chaudières.

Les chaudières de la Centrale de Gennevilliers (5 chaudières Stirling et 10 chaudières Babcock et Wilcox respectivement de 2 100 m² et de 1 300 m² de surface de chauffe) ont été prévues pour une pression de régime de 25 kg par centimètre carré. Ces chaudières sont munies d'économiseurs d'eau et de réchauffeurs d'air.

L'usine contient actuellement cinq groupes turbo-alternateurs de 40 000 kw chacun et elle est établie pour pouvoir en contenir un sixième. D'autre part, on a prévu l'agrandissement de la salle des machines pour permettre l'installation de deux autres groupes analogues.

Trois groupes complets ont été construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques, un groupe par la Maison Schneider et Cie et un groupe par la Maison Escher-Wyss pour la partie à vapeur et par la Maison Schneider et Cie pour la partie électrique.

Le courant pris aux bornes des machines possède une tension de 6 0 0 volts ; il est porté à 60 000 volts par des transformateurs élévateurs enfermés, pour parer à tout risque d'incendie, dans une série de cellules hermétiquement closes situées le long de la salle des machines.

L'appareillage haute tension occupe un vaste bâtiment séparé du reste de l'usine. Cet appareillage est divisé en autant de tranches qu'il y a de groupes. Tous les appareils du tableau sont du type « outdoor », c'est à dire établis pour fonctionner en plein air. Les espacements des conducteurs sont également ceux du tableau « outdoor ». Toutefois, pour faciliter l'entretien, l'ensemble a été enfermé dans une construction très légère en béton armé, amplement munie de dégagements de fumée. Une galerie de surveillance court tout autour du bâtiment et permet d'atteindre aisément chaque isolateur ou conducteur.

Un bâtiment spécial situé le long de la salle des machines abrite les tableaux de distribution à 3 000 volts pour les services intérieurs ; il contient les tableaux des appareils de mesure et des dispositifs de commande à distance de l'appareillage à 60 000 volts et à 3 000 volts ainsi que les tableaux de distribution du courant continu à 500 volts, des circuits alternatifs à 220 volts pour les petits moteurs et les circuits d'éclairage.

## VI. — Clientèle actuelle et futurs débouchés de l'Union d'Électricité.

Dans un avenir prochain, l'Union d'Electricité disposera de 426 000 kw (Gennevilliers, 206 000 ; Vitry, 80 000 ; Nanterre, 20 000 ; Issy-les-Moulineaux, 20 000)

capables de fournir à la clientèle 1 milliard de kilowatts-heure par an et cela, non compris les adductions prévues de courant provenant de la houille blanche (en premier lieu l'énergie de l'usine d'Eguzon).

La clientèle de l'Union comprend :

1° Tous les secteurs de la Banlieue parisienne dont les usines ont été reprises par l'Union et qui ont des concessions communales autour de Paris.

2° La Compagnie des Transports en commun de la Région parisienne pour les trois quarts de l'énergie qu'elle consomme (contrat jusqu'en 1950).

3° Le Chemin de fer Nord-Sud pour moitié de son énergie.

4° Les Chemins de fer de l'Etat (contrat jusqu'en 1950).

5° Les Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée pour Paris et Villeneuve Saint-Georges (contrat jusqu'en 1940).

6° Les Chemins de fer de Paris à Orléans (contrat de 20 ans).

7° Une série d'importants clients particuliers.

Tous ces contrats comportent des formules tenant compte des variations éventuelles des prix du charbon et de la main-d'œuvre. Ils représentent aujourd'hui un débit de 400 millions de kilowatts-heure qu'on peut raisonnablement estimer devoir doubler en quatre ou cinq ans.

Pour l'ensemble de ses réseaux de distribution, l'Union va obtenir prochainement une concession d'Etat avec déclaration d'utilité publique. La durée de cette concession, prévue au cahier des charges, est de 75 ans; mais les usines génératrices de Gennevilliers et Vitry restent la propriété de la Compagnie et ne sont grevées d'aucune clause de rachat. Il est probable que, dans le champ considérable de l'agglomération parisienne, les développements nouveaux de l'électricité dépasseront très largement les prévisions indiquées ci-dessus et que l'Union aura à faire rapidement face à des nécessités nouvelles. Elle s'y est d'ailleurs déjà préparée; c'est ainsi qu'à Gennevilliers elle a prévu l'allongement des constructions actuelles et a réservé une superficie de trois hectares pour l'installation ultérieure de tableaux à 150 000 volts pour permettre l'amenée éventuelle de l'énergie des usines hydroélectriques du Rhône, du Rhin ou du Massif Central. L'Union d'Electricité a toujours pensé que, dans les prochaines années, devait converger sur Paris, émanant de ces puissantes réserves d'énergie, un ensemble de grands réseaux de distribution dont les usines thermiques de la Région parisienne et, en premier lieu, Gennevilliers, auraient à assurer l'équilibre et la sécurité. Elle a donc suivi avec une attention toute particulière la question des divers grandes transmissions d'énergie hydraulique vers la capitale, et c'est pour aider à réaliser cette association harmonieuse des richesses du pays que, dès l'origine, elle a tenu à participer, tout au moins dans leurs études, à la plupart des entreprises directement intéressées dans ces projets. Elle s'est associée à la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans pour fonder « l'Union Hydro-Electrique » dont l'usine d'Eguzon, en cours de construction sur la Creuse, entrera vraisemblablement en service au début de 1925; en outre, tout récemment, elle a accepté de faire partie de la Société d'Etudes chargée de l'examen de l'utilisation éventuelle des ressources hydrauliques du Plateau Central et notamment de la Dordogne.

L'Union d'Electricité est donc appelée à jouer à l'avenir un rôle des plus importants dans l'économie nationale; elle a réuni tous les éléments techniques nécessaires pour jouer ce rôle dans les conditions les meilleures et les plus sûres.

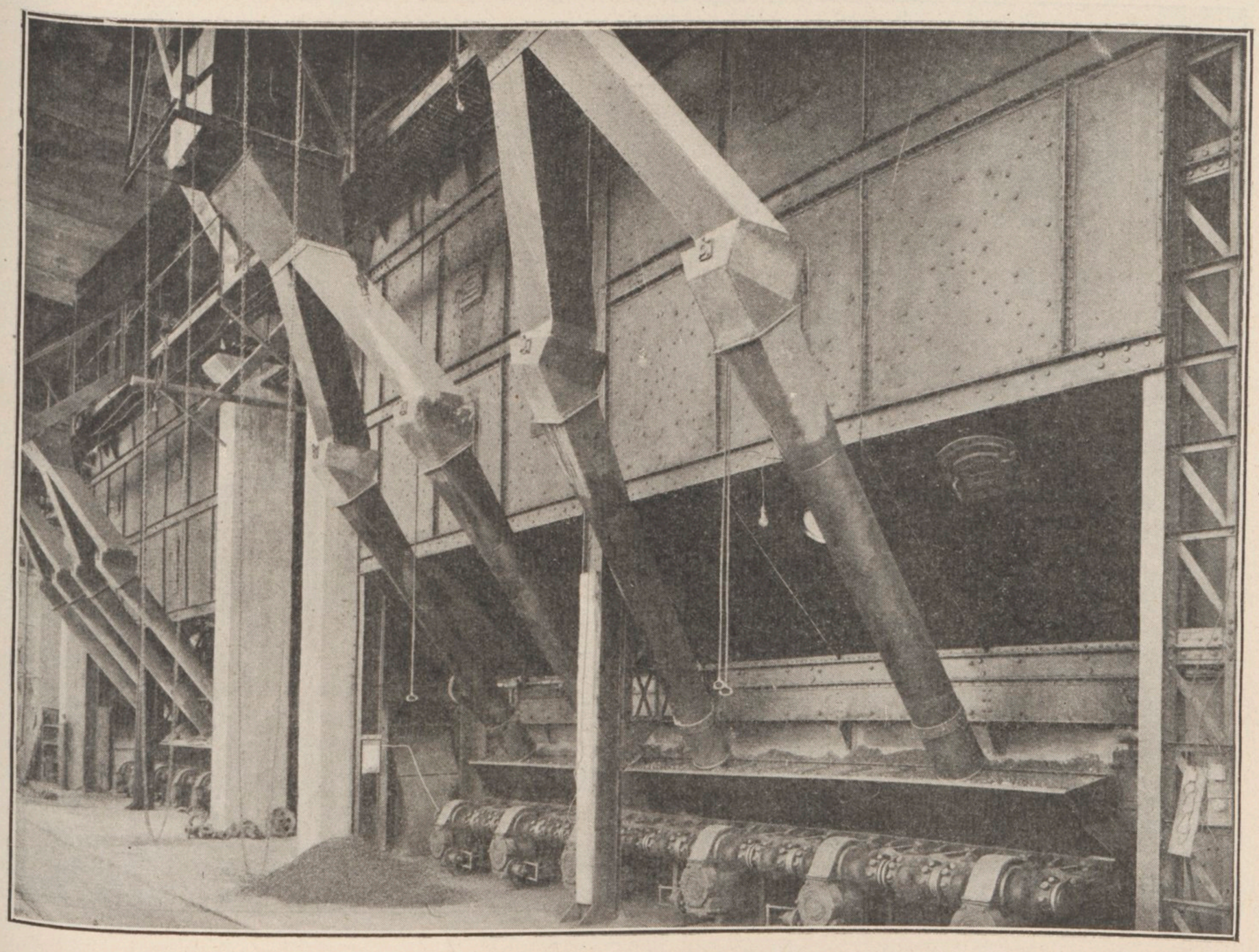


Fig. 3. — Vue des chaudières type Stirling de 2 100 m² de surface de chauffe de l'Usine de Gennevilliers.

# Énergie Électrique du Nord de la France

**Société anonyme au Capital de 30 000 000 francs**

**Siège social : 12, Rue d'Aguesseau — PARIS (VIII^e)**

*L'Énergie Électrique du Nord de la France* a pour but l'exploitation des Stations Centrales à vapeur pour la production d'électricité, ainsi que la distribution du courant.

Elle se trouve située dans l'agglomération unique en France que forment les trois centres industriels si importants de Lille, Roubaix, Tourcoing et de leur banlieue, qui ne possédaient encore en 1906, avant la construction par l'Energie Electrique du Nord de la France de l'usine de Wasquehal, aucune installation importante de distribution d'électricité.

Le rôle de l'énergie électrique, dans cette zone si favorable à son exploitation par l'importance des nombreuses industries qui y sont installées (peignages et filatures de lin, de coton, de laines, tissages, manufactures de tapis, teintureries, rubanneries en pièces et en écheveaux, constructions mécaniques, produits chimiques, briqueteries, tuileries, brasseries, sucreries, distilleries, industries métallurgiques, etc...), avait été réduit jusqu'à cette époque à l'éclairage de quelques ilots de maisons.

C'est pour répondre à ces besoins, qu'un Groupe d'industriels avisés constitua en 1906, la Société « Energie Electrique du Nord de la France » (a).

Le réseau de cette Société s'étend sur la partie du Nord comprise entre la frontière belge et l'est de la ville de Lille. Elle est limitée au sud par une ligne passant au sud de Cysoing. La Société est concessionnaire de toutes les communes de cette zone, à l'exception de celle de Tourcoing exploitée par la ville elle-même qui achète le courant en gros à la Société.

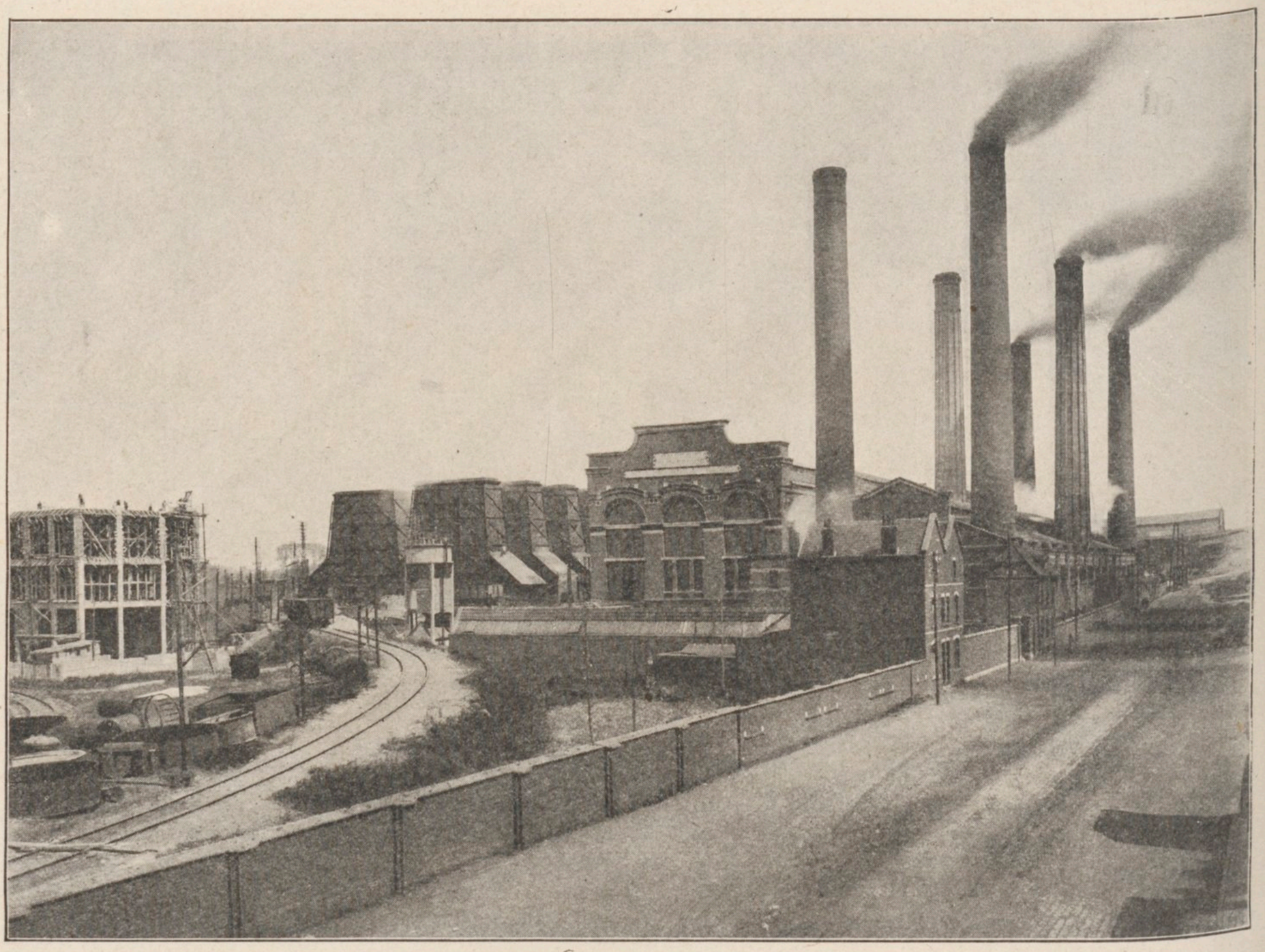


Fig. 1. — Vue de la Station centrale de Wasquehal.

La concession d'éclairage par le gaz et l'électricité de la ville de Roubaix a été rétrocédée à la Société Roubaisienne d'Eclairage par le Gaz et l'Electricité à laquelle l'Energie Electrique du Nord de la France fournit tout le courant qui lui est nécessaire. La Société effectue, en outre, l'alimentation des Tramways de Roubaix-Tourcoing, de l'Electrique Lille-Roubaix-Tourcoing, de la Compagnie des Chemins de fer du Nord, pour ses ateliers d'Hellemmes et de

(a). Le capital initial était de 1 500 000 fr ; il fut augmenté au fur et à mesure des extensions successives et s'élève actuellement à 30 000 000 fr Il fut émis, entre temps, des obligations dont le montant s'élève à 60 000 000 fr représentés par 12 000 000 fr. du type 4,50 % et 20 000 000 du type 6 % net d'impôts et 28 000 000 d'obligations du type 6,50 % net d'impôts.

Les dividendes distribués aux actionnaires ont été de 4 % pour l'exercice 1910, 4,50 % pour 1911, 5,50 % pour 1912, 6 % pour 1913, suspendus momentanément pendant la guerre, puis portés à 12 % pour 1919, pour 1920 pour 1921.

Roubaix-Tourcoing et, enfin, de quelques-unes des firmes les plus considérables et les plus autorisées de l'industrie du textile.

L'usine de Wasquehal fut installée au cœur même de l'agglomération de Lille-Roubaix-Tourcoing, en bordure du canal de la Marcq, le long duquel est aménagé un quai pour déchargement des charbons, avec raccordement au chemin de fer par un viaduc en ciment armé surplombant le parc à charbon et facilitant ainsi le déchargement des wagons.

L'approvisionnement et la manutention du charbon, dans un parc comportant une réserve d'environ 15 000 tonnes, s'effectue au moyen de grues à bennes preneuses, avec trains de wagonnets spéciaux transportant le charbon directement à la chaufferie,

L'usine génératrice de Wasquehal était équipée au 1er août 1914 pour une puissance de 50 000 chevaux. Un nouveau groupe de 5 200 kilowatts a été installé en 1921, de telle sorte que l'équipement actuel est de 56 000 chevaux, répartis en 9 groupes.

Le réseau de distribution. en majeure partie souterrain fonctionne sous la tension de 10 000 volts. Il comprend 4 sous-stations de transformations principales munies de commutatrices, à Roubaix, La Madeleine, Leers et Tourcoing, destinées principalement à alimenter les tramways en continu et à servir de coupure.

Le nombre de postes de transformations installés chez les abonnés s'élève à 406, dont 120 appartiennent à la Société. La longueur du réseau haute tension est de 318,500 kilomètres, dont 258 kilomètres en souterrain.

Le réseau basse tension est moins important; il comporte, en particulier, des lignes aériennes de distribution à La Madeleine, Linselles et Bondues; sa longueur totale est de 161,5 km, dont 102, 9 km en souterrain.

Pendant la durée de la guerre, un certain nombre de machines importantes ont été enlevées par l'ennemi, l'ensemble du matériel a été surchargé outre mesure et exploité sans le moindre entretien indispensable à sa bonne conservation, de sorte qu'à la libération de la région, après les sabotages volontaires commis par l'ennemi battant en retraite, la Centrale et les principales installations de la Société n'étaient plus susceptibles de produire qu'une puissance d'environ 1 500 kilowatts.

Cependant, Wasquehal étant la seule Centrale de la région non totalement détruite, et susceptible de pouvoir assurer la reprise rapide de la vie économique et industrielle de cette agglomération, tous les efforts furent faits immédiatement pour remettre en état progressivement, dans les meilleures conditions possibles, les différentes parties des installations de la Société.

Les résultats de ces efforts peuvent être résumés dans le tableau suivant :

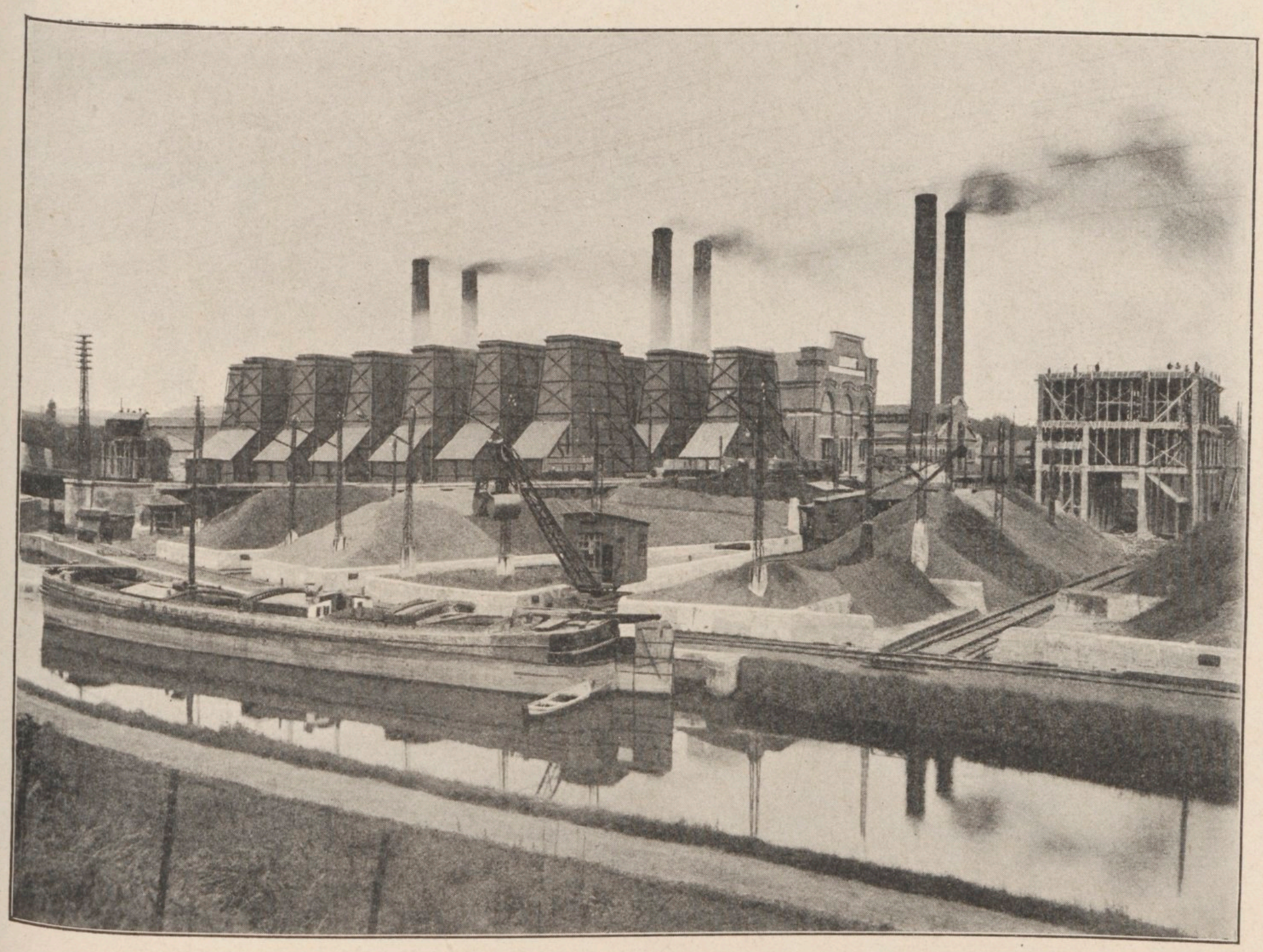


Fig. 2. — Vue de la Station centrale de Wasquehal.

| Année | Nombre d'abonnés | Puissance raccordée haute tension en kw | Energie produite en kw-h |
|---|---|---|---|
| 1909 | 97 | 5 020 | 17 000 000 |
| 1910 | 210 | 11 800 | 28 100 000 |
| 1911 | 380 | 14 180 | 33 340 400 |
| 1912 | 510 | 19 466 | 40 506 800 |
| 1913 | 578 | 23 469 | 54 656 300 |
| 1914 (7 m) | 638 | 32 425 | 40 725 284 |
| 1919 | 783 | 36 000 | 32 146 000 |
| 1920 | 1180 | 50 500 | 65 000 000 |
| 1921 | 1307 | 53 200 | 65 300 000 |

La pointe maximum est passée de 16 000 kw avant guerre à 28 000 kw.

En raison, d'une part, des destructions commises par l'ennemi aux œuvres vives des industries de la région et, d'autre part, de leur souci de reconstituer leurs établissements avec tous les perfectionnements de la technique industrielle moderne, tous les industriels furent amenés à adopter l'énergie électrique pour le fonctionnement de leurs usines. Les besoins devenant de ce fait impérieux et considérables, l'Energie Electrique du Nord de la France estima de son devoir de rechercher à satisfaire ces nouvelles demandes.

La Société se préoccupa donc d'avoir à sa disposition une source de courant abondante, permettant de réaliser une économie importante, sur le prix de revient actuel. C'est dans ce but qu'elle décida en 1919 la construction d'une nouvelle centrale thermique à Comines (Nord). Cette ville, située à moins de 15 km des agglomérations de Lille, de Roubaix, Tourcoing, à une dizaine de kilomètres des centres industriels d'Armentières, d'Halluin, de Menin, est traversée par la Lys qui forme frontière avec la Belgique et qui, en aval de la Deule, est, parmi les rivières de tout le nord de la France, celle dont le débit est le plus important (environ 20 $m^3$ : s en moyenne avec 5 $m^3$ : s au minimum à l'étiage).

Cette rivière met la Centrale de Comines en liaison, pour ses approvisionnements de charbon, avec l'Angleterre par Boulogne, Calais et Dunkerque, avec les bassins houillers du Nord et du Pas-de-Calais, avec les bassins houillers belges et les charbonnages allemands et enfin, d'autre part, avec l'Angleterre par Gand et Anvers.

Une autre raison venait renforcer les motifs de cette décision : la mise en œuvre par l'Etat, dans les régions libérées, d'un grand programme de construction de lignes électriques destinées à lier entre elles les Centrales de production d'énergie électrique, en vue d'assurer des secours réciproques entre usines.

L'Etat ayant adopté pour son réseau la tension de 45 000 volts, il était indiqué pour l'Energie Electrique du Nord de la France de faire un choix analogue.

L'étude et l'exécution de la Centrale de Comines ont été confiées à la Société Générale d'Entreprises particulièrement qualifiée en raison de ses nombreux travaux antérieurs analogues. L'usine est édifiée sur un vaste terrain de 30 hectares, en bordure de la Lys et de la ligne du Chemin de fer de Lille à la Belgique, à laquelle elle est raccordée par de nombreuses voies d'embranchement pour la réception des charbons par fer.

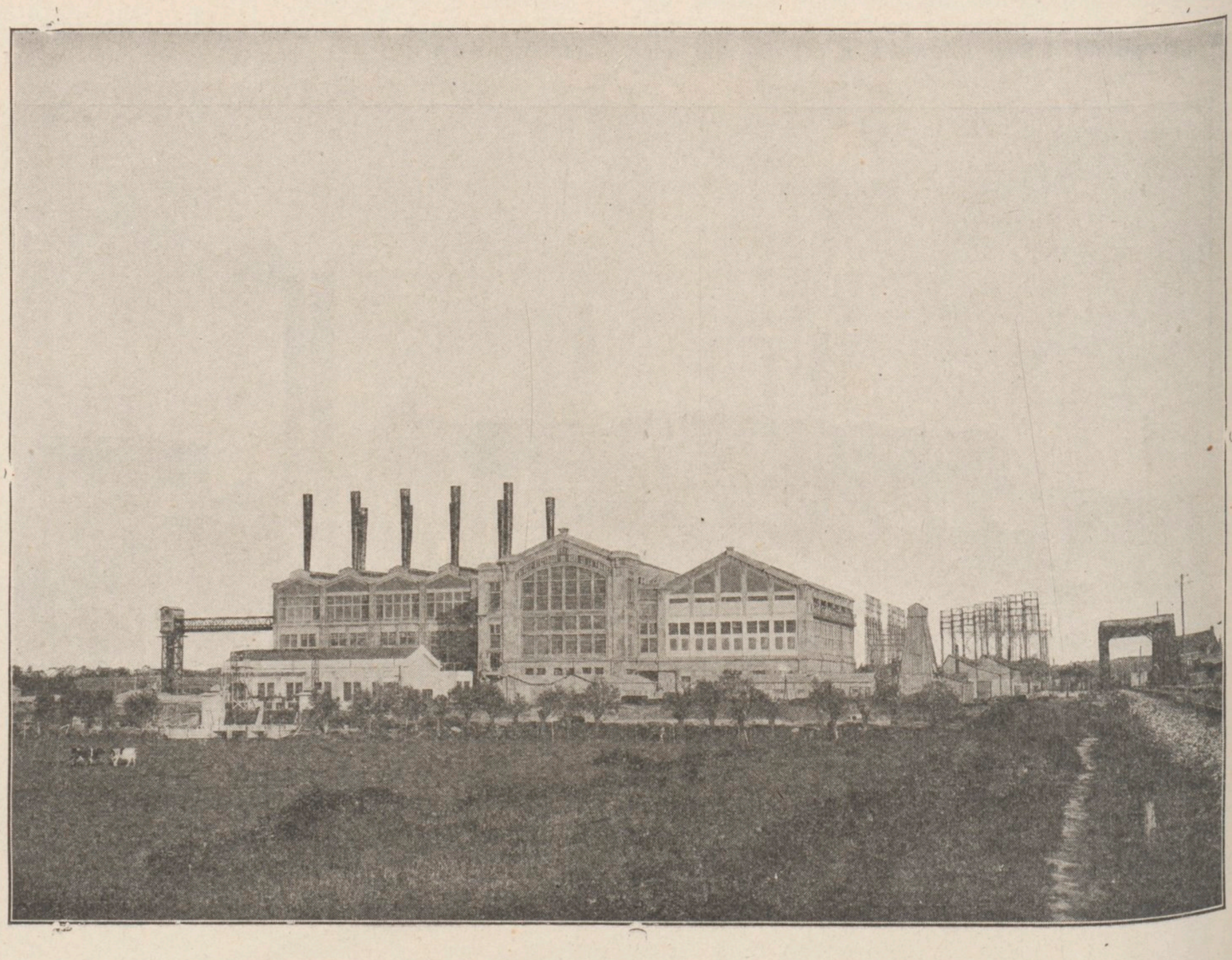


Fig. 3. — Vue de la Station centrale de Comines.

Aménagée avec les tout derniers perfectionnements de la technique moderne, elle est conçue pour produire une puissance de 200 000 chevaux par 6 groupes turbo-alternateurs, de chacun 35 000 chevaux dont 3 sont en cours d'installation pour la première étape de construction.

Le premier groupe de 35 000 chevaux est en service, ainsi que le groupe de 5 000 chevaux destiné à l'alimentation des services auxiliaires de l'Usine. Le deuxième groupe de 35 000 chevaux sera mis incessamment en service.

Le courant est produit, comme à Wasquehal, en triphasé à 50 périodes par seconde à la tension de 10 000 volts aux alternateurs, et élevé directement à 45 000 volts.

Toute la manutention des charbons, dont les arrivages par fer et par eau pourront atteindre 2 000 tonnes par jour aux époques d'a-coups dans les transports, est conçue mécaniquement avec toutes possibilités d'effectuer les mélanges des diverses qualités de combustibles dont le parc d'approvisionnement sera susceptible de constituer une réserve de 40 000 à 50 000 tonnes.

La chaufferie, constituée par des générateurs de 1 000 mètres carrés de surface de chauffe produisant chacun 40 000 kilogrammes de vapeur à l'heure, sous une pression de 21 kg : cm² et à une température de 375° C'est disposée pour être desservie en partie par des grilles mécaniques et en partie par des turbo-pulvérisateurs de charbon de la Société « La Combustion rationnelle » dont les essais effectués depuis quelques mois à Wasquehal ont démontré l'économie et les nombreux avantages.

Un poste de transformation avec tableau de distribution annexé à la Centrale constitue le point de départ général des réseaux de transmission de l'énergie à 45 000 volts, réseaux qui, aboutissant aux sous-stations et postes principaux actuellement desservis par Wasquehal, alimentent les principaux centres d'utilisation, d'une part, puis forment liaison avec la Centrale de Wasquehal, d'autre part, et, enfin, par le Super-Réseau d'Etat d'inter-communication entre Centrales relient les Centrales de Comines et de Wasquehal aux principales Centrales du Nord et de l'Est.

Dans les sous-stations et postes principaux, le courant est transformé à 10 000 volts pour être distribué par les nombreux réseaux de distribution actuellement en exploitation par Wasquehal et qui seront complétés et étendus au fur et à mesure des besoins.

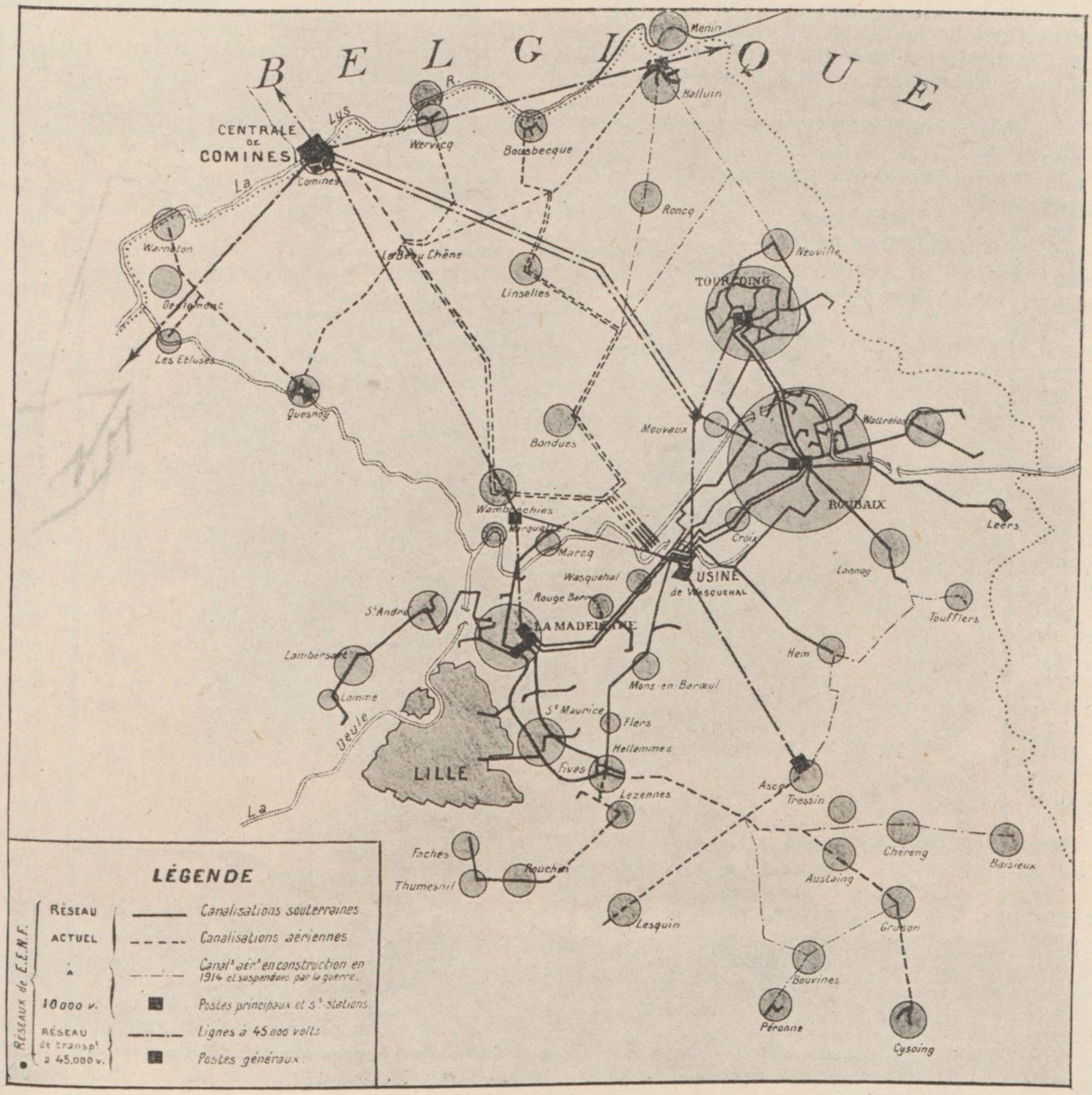



Fig. 4. — Carte d'ensemble du réseau.

Enfin, à la station centrale de Comines est annexée une cité ouvrière de 50 logements entourés de vastes jardins et pourvus de tout le confort nécessaire au bien-être de l'ouvrier dont la collaboration à l'exploitation n'en sera que plus efficace.

Il n'est pas douteux que munie ainsi d'un outillage perfectionné, l'Energie Électrique du Nord de la France continuera comme par le passé son développement industriel dont profiteront les usagers de la région.

1er Octobre 1922.

# SUD-LUMIÈRE

**Société anonyme au Capital de 5 000 000 francs**

***Siège social :* 3, rue de la Boétie, 3 — PARIS (VIII^e^)**

La **Société Sud-Lumière** (1) a été constituée, en 1907, dans le but d'assurer l'électrification des communes de la banlieue Sud immédiate de Paris non encore desservies par les autres distributeurs de la région parisienne, mais plus particulièrement en vue d'étendre cette électrification à toute la grande banlieue Sud parisienne et notamment à ses grands plateaux agricoles.

La région que dessert et doit desservir le **Sud Lumière** est délimitée approximativement par un secteur de cercle d'un rayon d'environ 60 kilomètres, ayant son centre au voisinage de la commune de Rungis, et dont les rayons extrêmes passent : l'un, orienté à l'Est, par Chennevières-sur-Marne et, de là, suit le parallèle de Pontault-Combaut ; l'autre, orienté à l'Ouest, par Fontenay-aux-Roses, puis franchit Versailles et Saint-Cyr, d'où il se dirige au Sud-Ouest sur Rambouillet.

Ce secteur comprend donc des grandes villes, comme Versailles, Etampes, Corbeil, Essonnes, Melun, Villeneuve-Saint-Georges, Sceaux, etc.

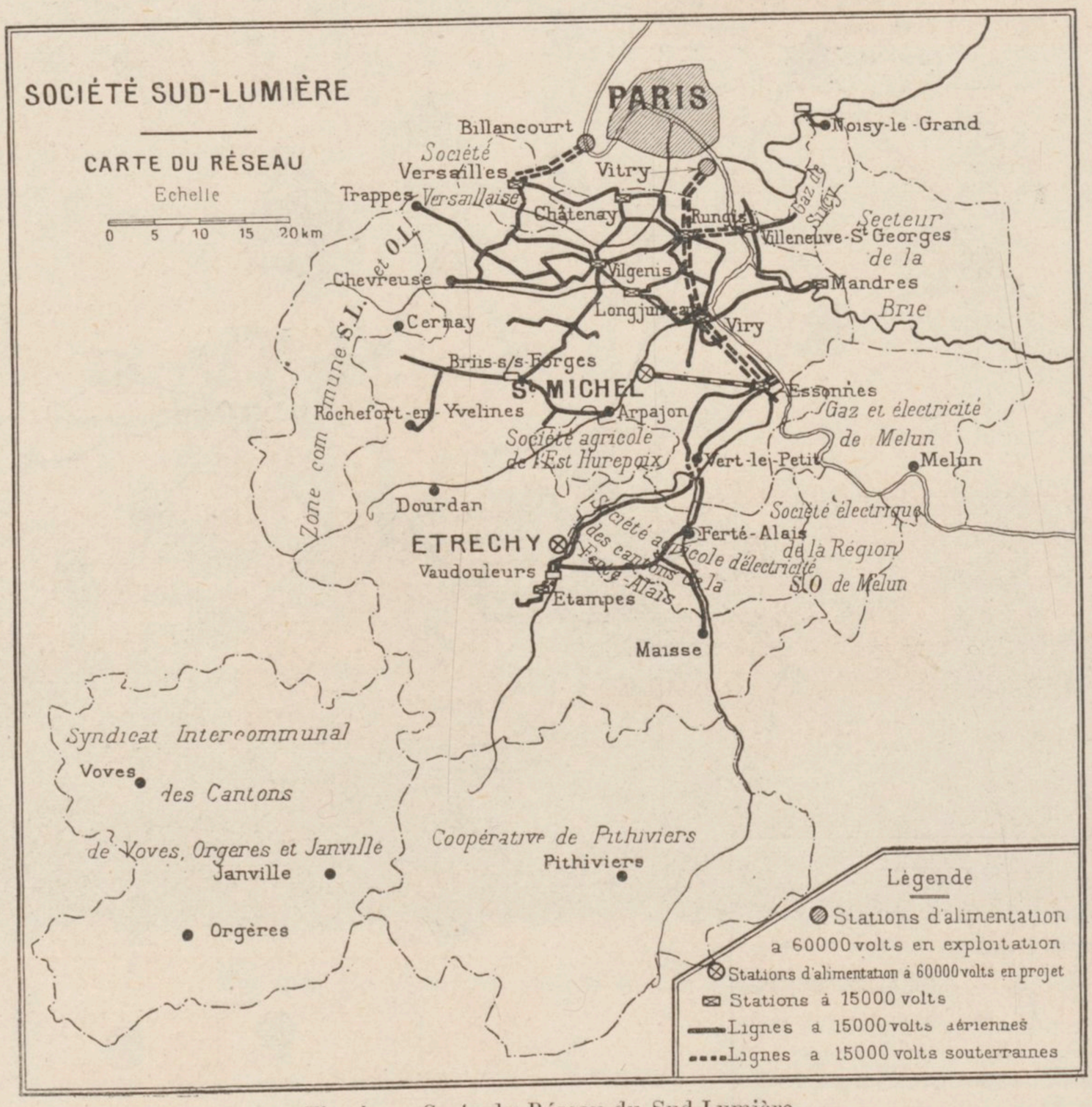



Fig. 1. — Carte du Réseau du Sud-Lumière.

Au point de vue géographique, ce secteur est traversé par la Seine, du Sud au Nord ; il couvre entièrement les bassins des affluents de ce fleuve jusqu'au confluent de la Marne, savoir :

Le ru d'Ancœur, passant à Melun ; l'Ecole, l'Essonnes, la Juine et ses affluents ; l'Orge et ses affluents, notamment l'Yvette, enfin, la rivière d'Yerres.

Dans la partie Nord-Ouest du réseau coule la Bièvre.

Entre les vallées de ces différentes rivières s'étendent des plateaux agricoles d'une très grande fertilité, où le **Sud-Lumière** a déjà trouvé et trouvera surtout encore une très nombreuse et importante clientèle.

Le réseau du **Sud-Lumière** couvre une grande partie de la Brie française, le Hurepoix et la région Nord de la Beauce.

Dans les vallées se rencontrent de nombreuses petites villes et bourgades habitées par des populations particulièrement aisées ou riches.

Les bords de la Seine sont plus spécialement industriels, notamment dans la région de Villeneuve-Saint-Georges, Juvisy et surtout Essonnes et Corbeil.

La population totale est de 497 000 habitants, d'après le recensement de mars 1921.

Cette population s'accroît rapidement dans la banlieue immédiate de Paris où les lotissements prennent peu à peu la place des grandes propriétés d'agrément.

## DESCRIPTION TECHNIQUE DU RÉSEAU

**Conception générale de la distribution.** — L'importance de la clientèle à prévoir, par suite de la nombreuse population consommant l'énergie électrique pour la lumière et la petite force motrice, le grand nombre d'industries existant dans la région, l'éventualité prochaine de

(1) Le capital initial était de 2 000 000 fr en 1907. La même année, il fut porté à 2 400 000 fr par suite de l'absorption du secteur de Villeneuve-Saint-Georges.

En 1913, il est porté à 5 000 000 fr.

Les dividendes distribués aux actionnaires ont été les suivants :

Aux actions de priorité :

3 p. 100 pour les exercices 1907-1908, 1908-1909, 1909-1910.
4 p. 100 pour l'exercice 1910-1911.
4,5 p. 100 pour l'exercice 1911-1912.
5 p. 100 pour l'exercice 1912-1913.

Depuis, par suite de la guerre, tout paiement a été suspendu.

En outre, en 1911, le **Sud-Lumière** a émis pour 2 400 000 fr d'obligations à 4,5 p. 100 et, en 1918, pour 2 600 000 fr d'obligations 6 p. 100.

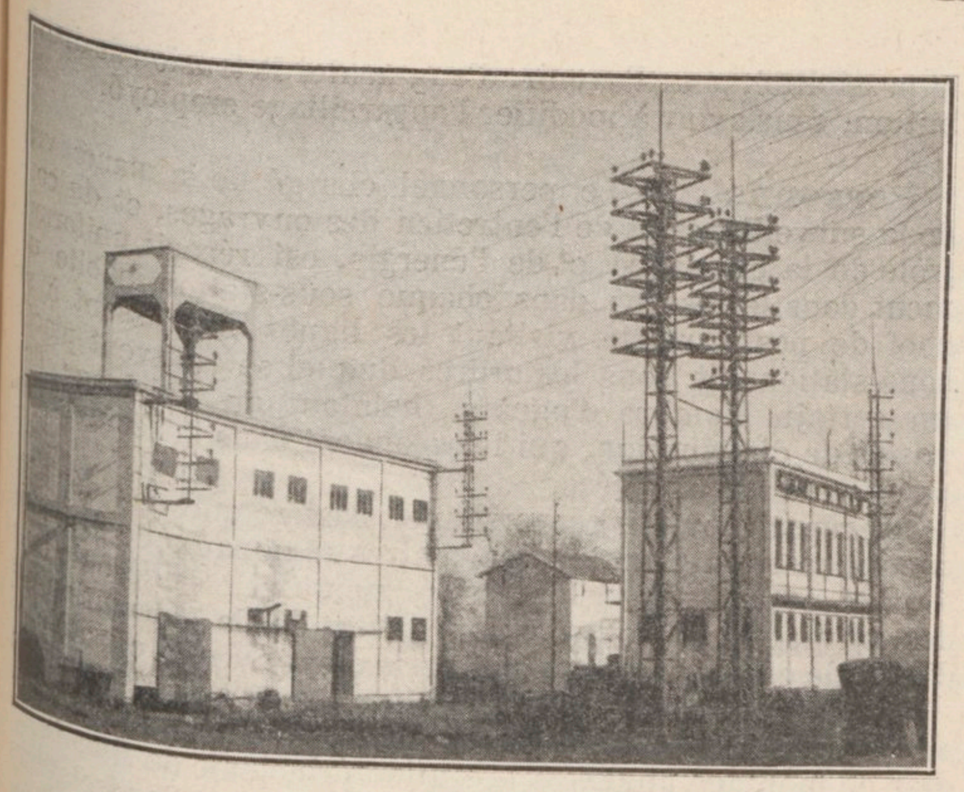


Fig. 2. — Sous-station de Rungis.
(Sous-station, maison d'habitation, magasin).

l'électrification des tramways ou chemins de fer sur route, le grand rayon d'action et l'aire considérable du réseau ont posé le problème de la distribution de l'énergie électrique, dans cette vaste étendue, sous sa forme la plus générale.

Grâce à son bas prix de revient de l'énergie, le **Sud-Lumière** peut pénétrer dans toutes les usines et fournir l'énergie électrique pour tous les usages; par suite, il a été nécessaire d'envisager la création d'un réseau de transmission et de distribution répondant à tous les besoins et muni de tous les perfectionnements et moyens de secours à l'effet d'assurer un service continu et irréprochable à la clientèle.

**Réseau**. — Sans entrer dans les démonstrations théoriques, ni dans les détails techniques d'exécution, nous nous bornerons à dire que le réseau du **Sud-Lumière** est constitué par des mailles, ayant la forme, en se rapprochant, de triangles équilatéraux (système hexagonal) au sommet desquels se trouvent des sous-stations ou postes de distribution à haute tension, qui permettent le contrôle instantané de toute la distribution avec un développement minimum des canalisations primaires.

Ces sous-stations ou postes sont connectés à ce réseau, de telle sorte que leur alimentation est assurée par au moins deux voies, complètement indépendantes.

**Sous-stations et postes de distribution haute tension**. — Les sous-stations et postes de distribution placés aux nœuds du réseau, à des distances régulières les unes des autres, permettent :

Le contrôle instantané des lignes primaires par sections de faible longueur;

La localisation des défauts électriques par le réglage en cascade des disjoncteurs automatiques et l'élimination automatique et sélective des lignes en avarie;

La régulation de la tension sur les sections de lignes où il est nécessaire et dans la proportion imposée par la charge de cette section, sans pour cela modifier la régulation des autres sections de ligne;

L'entretien méthodique, et sans aucune interruption pour la clientèle, de toutes les parties du réseau;

Le contrôle de l'état électrique des lignes, par des barres omnibus d'essai, indépendantes des barres de service et ceci sans provoquer de perturbation sur les lignes en service.

Ces sous-stations et postes sont reliés entre eux, actuellement par ligne téléphonique normale et seront prochainement reliés téléphoniquement entre elles par télégraphie sans fil.

**Postes de transformation**. — Les postes de transformation sont, ou embrochés en série sur les lignes de distribution qui, comme nous venons de le voir, sont toutes bouclées, soit sur des sous-stations, soit sur des postes ou placés en dérivation sur ces lignes, par l'intermédiaire d'un poste de dérivation.

Dans les deux cas, l'alimentation du transformateur peut se faire, soit par l'un, soit par l'autre des deux tronçons de la ligne de distribution, adjacents au point de dérivation.

Donc, en cas d'avarie en un point quelconque des lignes de distribution, *aucun poste* de transformation n'est arrêté plus de temps qu'il n'est strictement nécessaire pour ouvrir les couteaux de sectionnement du côté avarié.

Le transformateur se jonctionne aux lignes à 15 000 volts par l'intermédiaire soit de fusibles, soit de disjoncteurs à huile automatiques. Les fusibles ne sont employés que pour couvrir des transformateurs ou dérivations d'une puissance au plus égale à 70 kilowatts. Pour les puissances supérieures à 70 kilowatts, on emploie le disjoncteur à huile.

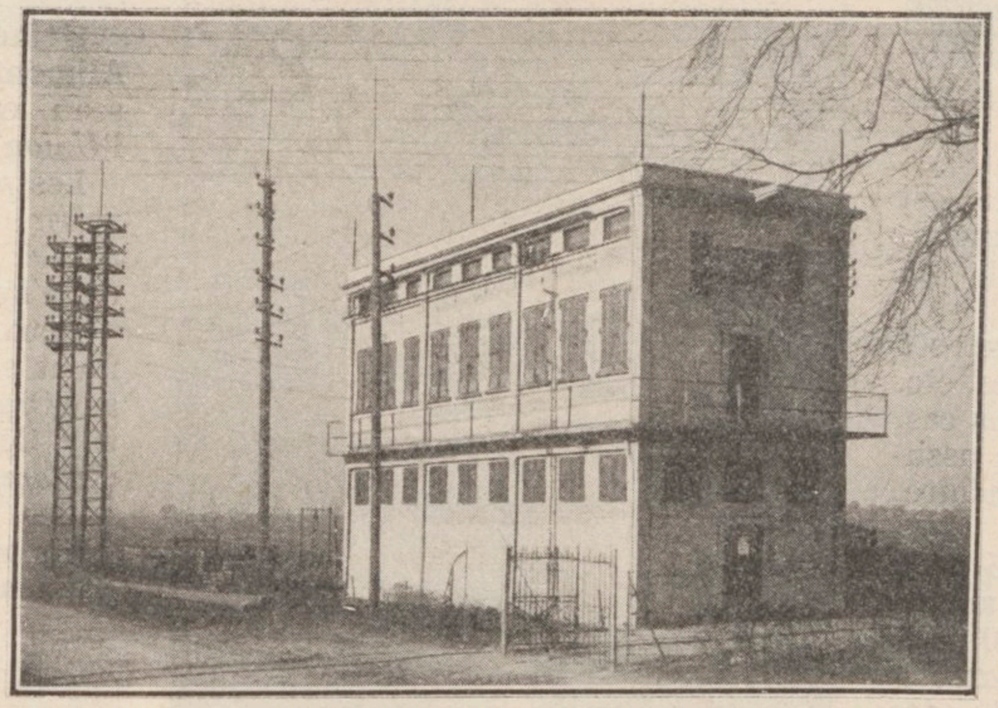


Fig. 3. — Sous-station de Rungis.

Les postes de transformation sont de trois types :

1° **Type aérien.** — L'encombrement de la voie publique n'est pas supérieur à celui des simples appuis de lignes.

Il est excessivement économique et comporte, cependant, tous les appareils de protection nécessaires.

Il est utilisable, comme poste de sectionnement de dérivation, avec ou sans transformateur local.

2° **Poste pylone.** — Le poste pylone est destiné à abriter des transformateurs d'une puissance au moins égale à 25 kilowatts et au plus

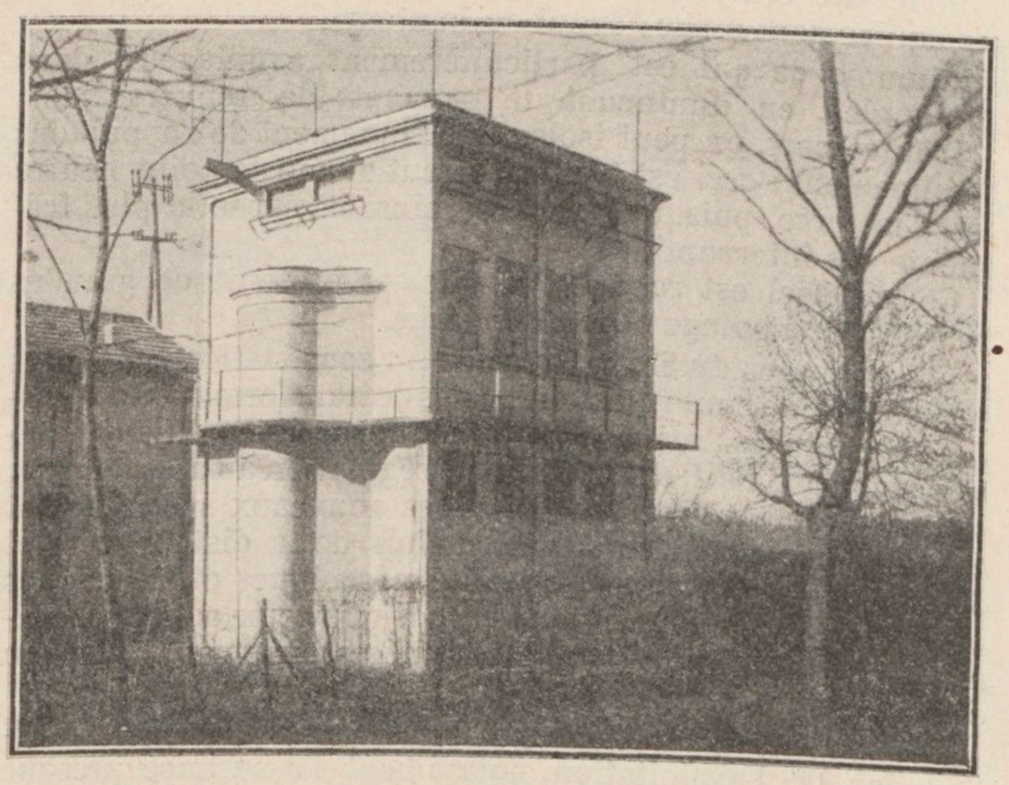


Fig. 4. — Sous-station de Viry-Châtillon.

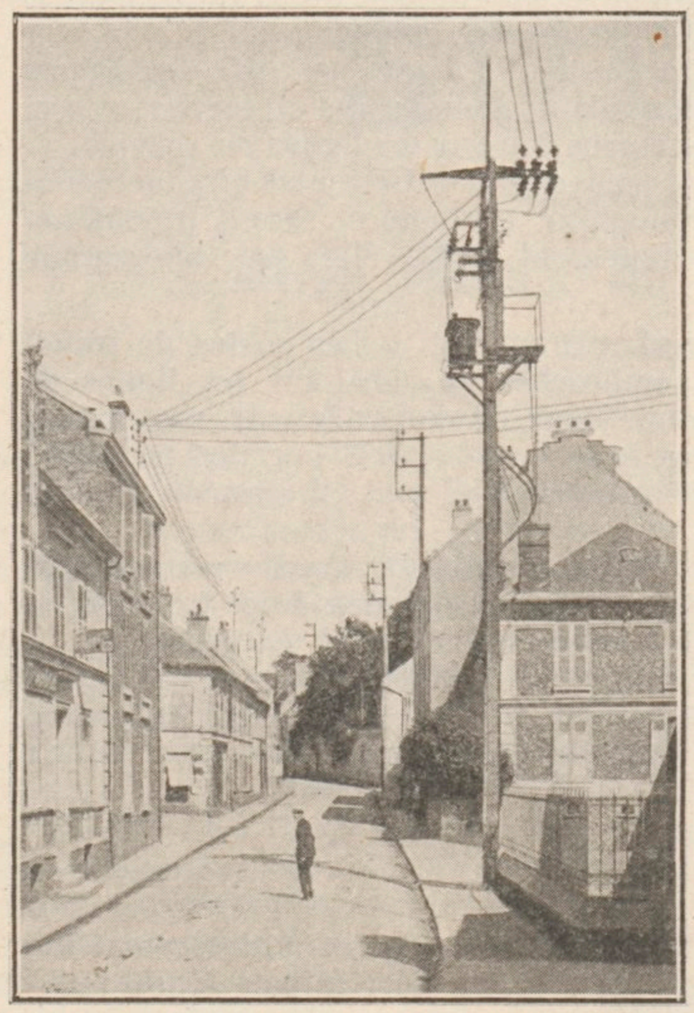


Fig. 4. — Poste de transformation de Gif.

outre, deux dérivations. Ce poste est partie en ciment armé, partie métallique; son encombrement est de 2,50 m × 2,50 m.

Il est surtout destiné aux grosses agglomérations, grandes industries, etc. Dans le réseau, il sert dans tous les cas, de poste de raccordement, tout en assurant la distribution locale secondaire.

**Matériel de ligne à 15 000 volts.** — Le **Sud-Lumière** emploie un équipement de ligne à 15 000 volts d'un modèle nouveau, qui est caractérisé par de grands écartements des fils entre eux et à la terre.

Les distances entre les conducteurs et avec la terre sont immuables et ne dépendent pas de la fantaisie des monteurs.

Pour un écartement donné des fils, cet équipement exige l'appui de hauteur minimum, ce qui est particulièrement avantageux dans les angles, en diminuant le moment de renversement.

D'autre part, on peut isoler électriquement de l'appui tout l'équipement : ceci est très important quand le point neutre est à la terre, puisqu'on élimine ainsi la cause la plus fréquente des interruptions.

Ce matériel est robuste, simple, et présente de grandes facilités de montage et le démontage.

Les ouvrages du **Sud-Lumière** : sous-stations et postes de distribution haute tension ; postes de transformation de puissances graduées ; matériel de ligne ; appareillage à haute tension ; tableaux de distribution et de régulation à basse tension, sont tous ou presque tous de types nouveaux spécialement étudiés pour répondre aux nécessités de la distribution, et donner des coefficients de sécurité mécaniques et électriques très élevés, notablement plus grands que ceux adoptés généralement et qui seraient seulement nécessaires pour la tension employée.

Les motifs de cette grande marge de sécurité sont l'amélioration de l'exploitation, notamment l'assurance presque complète contre les avaries dues aux surtensions, et aussi

égale à 75 kilowatts.

Il permet de contrôler, par fusibles, plusieurs dérivations (jusqu'à trois) en sus de la ligne de distribution passant en série.

3° **Poste ciment.** — Ce type permet de contrôler par automatique une puissance de transformateurs logés à l'intérieur d'au moins 300 kilowatts et, en

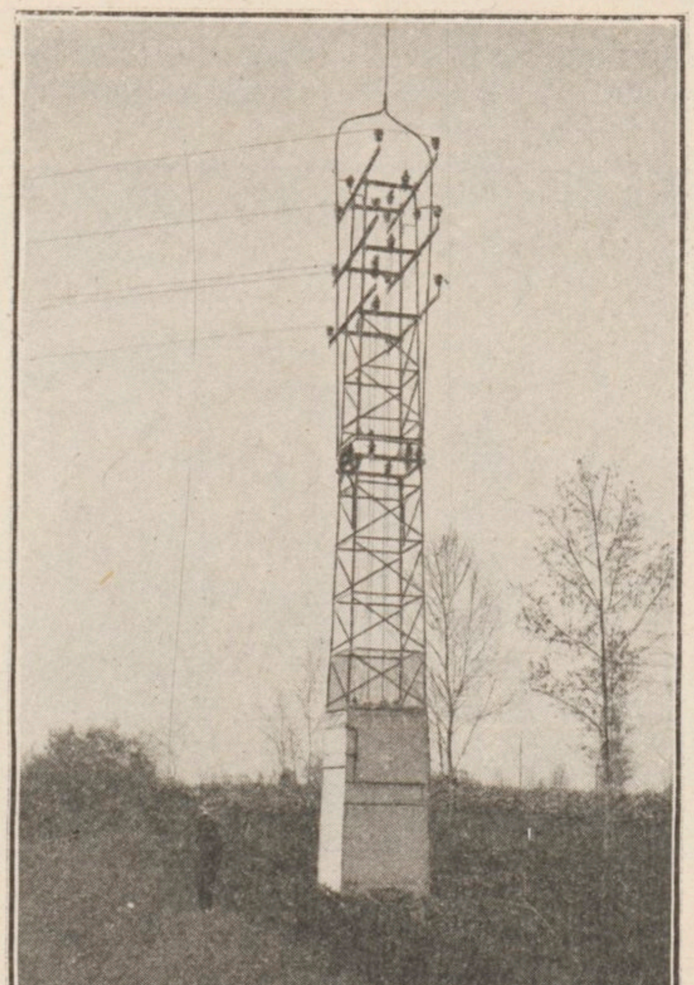


Fig. 5. — Poste pylone du Bouchet.

**Lumière** au réseau de l'*Union*.

*La station principale de Rungis* est reliée à l'usine de *Vitry*.

*La station de Versailles* dont les panneaux appartiennent, les uns à la **Société Sud-Lumière**, les autres à sa cliente, la *Société versaillaise d'Eclairage et de Traction*, est reliée à l'usine de *Billancourt*.

Le réseau existant du **Sud-**

la possibilité, pour l'avenir, d'augmenter la tension de distribution, sans avoir à modifier l'appareillage employé.

**Personnel.** — Le personnel chargé de la manœuvre, de la surveillance et de l'entretien des ouvrages, et du contrôle de la puissance et de l'énergie, est réparti uniformément dans le réseau ; dans chaque sous-station habite un chef de poste, marié, visitant les lignes aboutissant à sa sous-station, et sous les ordres duquel se trouvent placés un certain nombre d'agents, habitant au voisinage des postes de distribution, qui le secondent dans l'exécution des opérations sus énoncées.

La répartition de ce personnel n'exige que des déplacements restreints autour des centres régionaux de distribution et permet : la visite très fréquente et régulière de tous les ouvrages, le contrôle journalier de la répartition de l'énergie et, enfin, le contact permanent avec la clientèle.

Les gros travaux de réparation sont assurés par une équipe volante, toujours disponible, étant fournie par l'atelier de montage annexé à la station principale de *Rungis*.

Dans cet atelier sont exécutés le scellement des isolateurs et l'assemblage des pièces détachées venues de l'industrie, constituant l'appareillage spécial d'équipement extérieur et intérieur créé par la **Société Sud-Lumière**.

**Schéma de la distribution.** — **Alimentation.** — L'alimentation du réseau est assurée par les usines de l'*Union d'Electricité*.

Les points de jonction du **Sud-Lumière** avec le réseau de *l'Union d'Electricité* sont actuellement les usines de *Vitry-sur-Seine* et de *Billancourt*.

Deux nouveaux points de raccordement sont prévus l'un à Saint-Michel-sur-Orge avec extension à 60 000 volts sur Corbeil et l'autre, au voisinage d'*Etampes*.

Des feeders souterrains à 15 000 volts relient les deux centres principaux actuels de distribution du **Sud-**

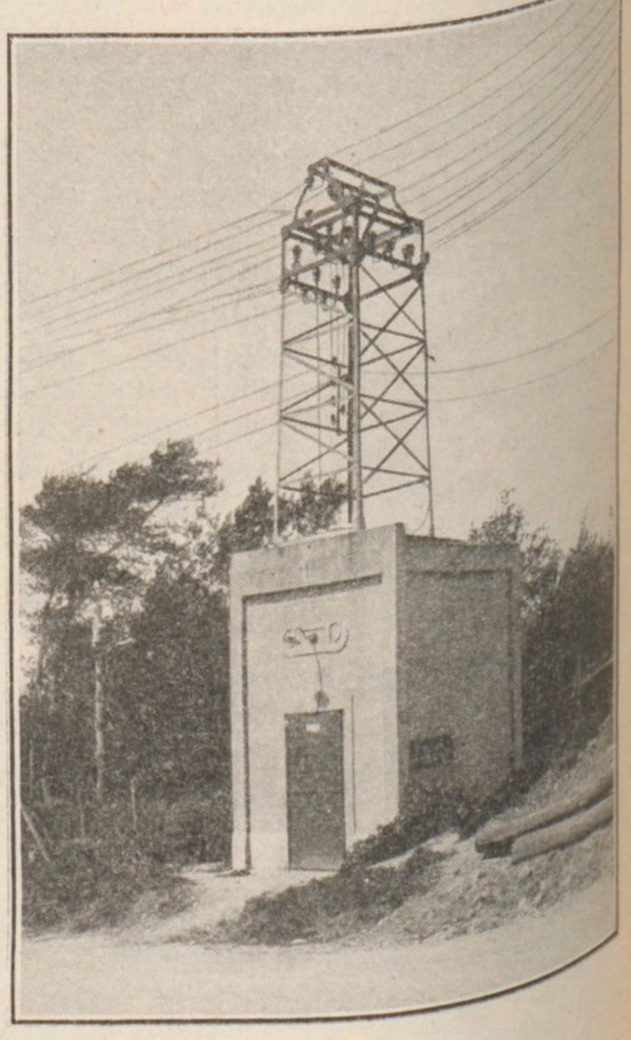


Fig. 6.
Poste de transformation Briis-sous-Forges.

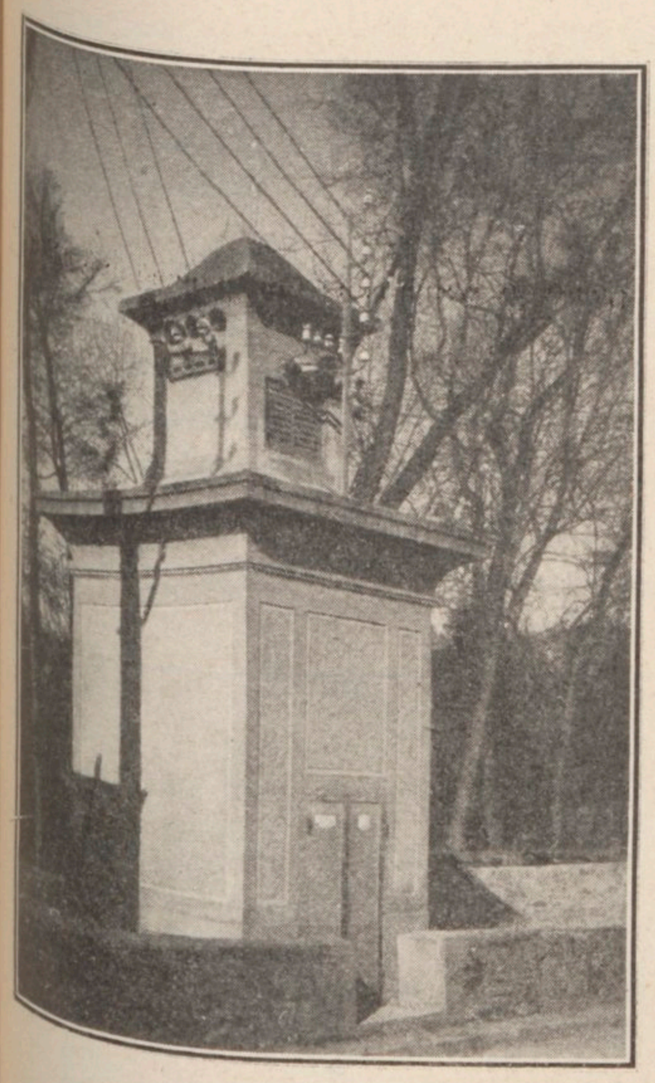


Fig. 7.
Poste de transformation d'Yerres.

**Lumière** est actuellement desservi par deux centres d'alimentation, mais une fois le réseau de l'*Union d'Electricité* achevé dans le sud de Paris, la *station Corbeil-Essonnes* et la *station d'Etampes* joueront le même rôle que les deux premières ; l'alimentation du réseau du **Sud-Lumière** sera alors assurée dans les conditions les plus favorables possibles au moyen de quatre centres d'alimentation.

Outre l'alimentation par Gennevilliers, il est permis d'envisager, à brève échéance, le secours d'usines hydrauliques :

*Massif-Central :* Usine d'Eguzon de la Compagnie des Chemins de fer de Paris-Orléans.

*Morvan :* Forces motrices de la Cure.

**Réseau haute tension**. — En dehors d'un double feeder souterrain desservant la vallée industrielle de la Seine entre la station principale de *Rungis* et la *station de Corbeil-Essonnes* avec point de distribution au milieu du parcours de la *station de Vitry-Châtillon*, à proximité de Juvisy, tout le réseau haute tension du **Sud-Lumière** est aérien.

La longueur actuelle des canalisations haute tension établies est de :

Souterrain : 40 kilomètres.

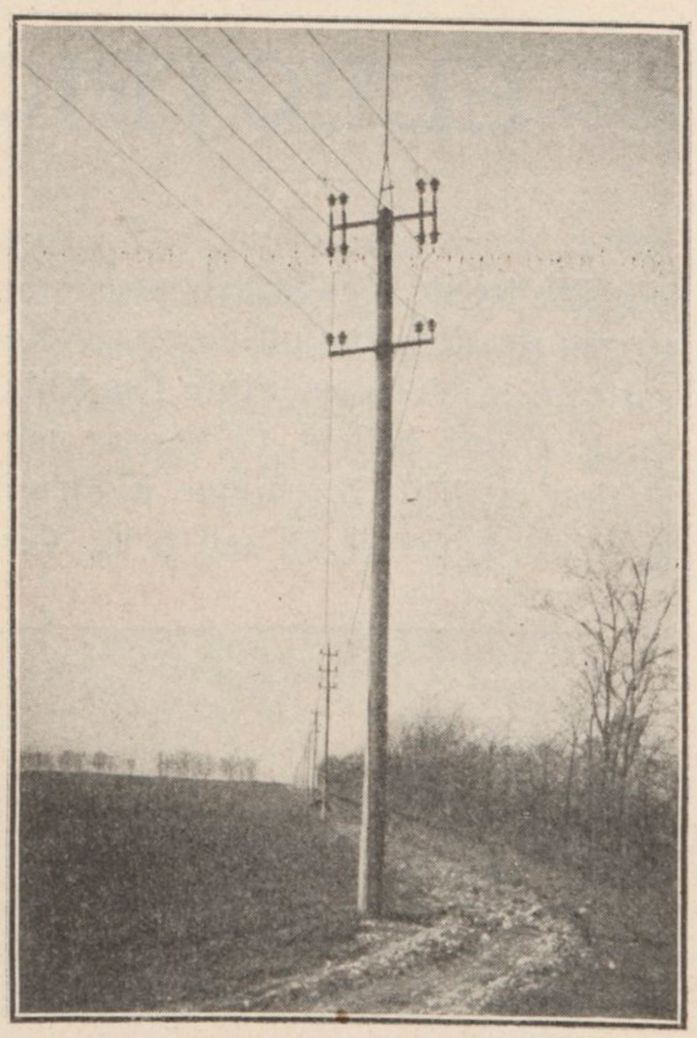


Fig. 8.
Ligne de 15 000 volts sur poteaux ciment.

Aérien : 450 kilomètres.

L'énergie est distribuée à la tension de 15 000 volts, la fréquence du courant étant de 50 périodes par seconde.

**Réseau basse tension.** — La longueur actuelle des canalisations basse tension est de 200 kilomètres.

Ces canalisations sont exclusivement aériennes.

L'énergie est distribuée à 4 fils, à la tension de 215 volts entre conducteurs, et 125 volts entre conducteurs et neutre, la fréquence du courant étant de 50 périodes par seconde.

**Clientèle.** — *La clientèle reliée au réseau comprend actuellement :*

*Clients principaux :*

**La Société versaillaise d'Eclairage et de Traction** desservant Versailles et un grand nombre de communes voisines.

**La Compagnie de Gaz et d'Electricité de Melun** desservant la ville de Melun et un certain nombre de communes voisines.

**La Société des Etablissements Decauville à Essonnes.**

**La Société Radio-France à Sainte-Assise.**

*Clientèle normale :*

*Etablissements industriels.* — Métallurgie, papeteries, imprimeries, tanneries, aviation, etc...

*Etablissements agricoles.* — Emploi de l'énergie à la commande de tous les appareils de fermes et notamment au *labourage électrique.*

*Communes :* Le nombre des communes desservies *directement* par le **Sud-Lumière** ou dans lesquelles le réseau est actuellement en construction est de 7 en Seine et 60 en Seine-et-Oise, en tout 116 000 habitants.

*Clientèle nouvelle :*

Communes à desservir directement par le **Sud-Lumière** : 120, en tout 88 000 habitants.

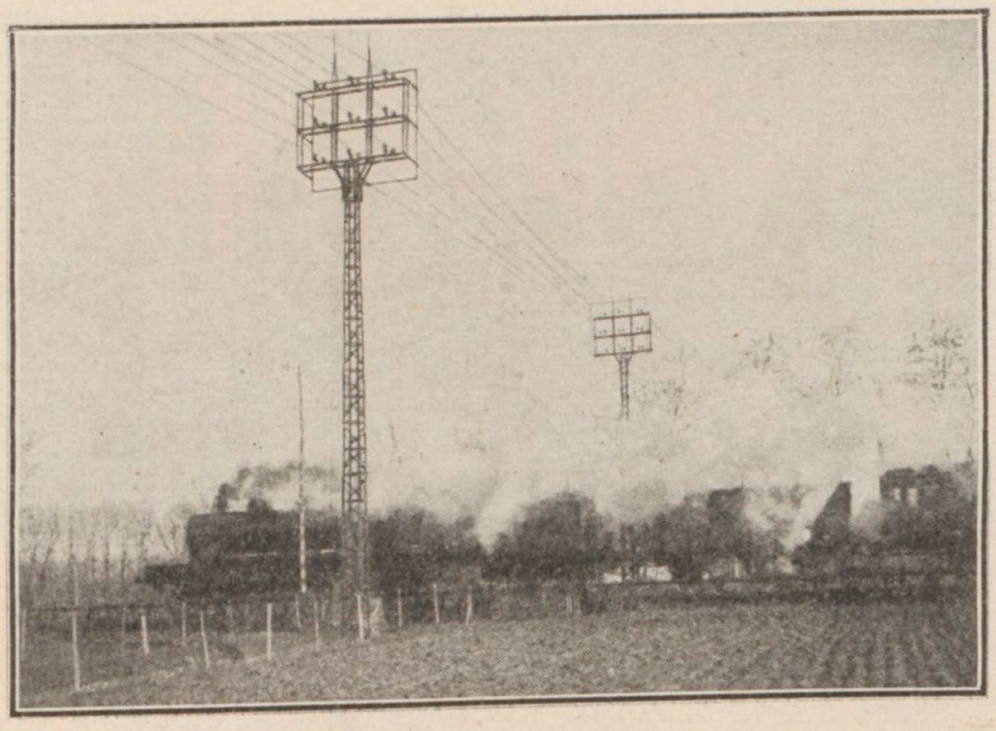


Fig. 9. — Traversée de chemin de fer à Viry-Châtillon.

En outre, la Société **Sud-Lumière** a passé des contrats de gros avec diverses sociétés :

**La Société coopérative de Pithiviers**, 96 communes ; 48 700 habitants.

**La Société coopérative de la Ferté Alais**, 15 communes 7 800 habitants.

Elle est aussi sur le point de signer des accords dans des conditions identiques avec :

**La Société coopérative de l'Est Hurepoix**, 14 communes, 5 630 habitants.

**La Société électrique de la Brie**, 16 communes, 19 530 habitants.

**Le Syndicat de Communes de la région de Juvisy**, 14 communes, 34 400 habitants.

**La Société électrique de la Région S.-et-O.** de Melun, 22 communes, 9 400 habitants.

La société **Sud-Lumière** a, de plus, été instamment priée d'intervenir en vue de la création de groupements analogues dans les régions suivantes :

**Syndicat des Cantons d'Orgères, Voves, et Janville** (Eure-et-Loir).

**Région d'Etampes à Rambouillet.**

Dans peu d'années, le réseau **Sud-Lumière** achevé fournira l'énergie électrique à :

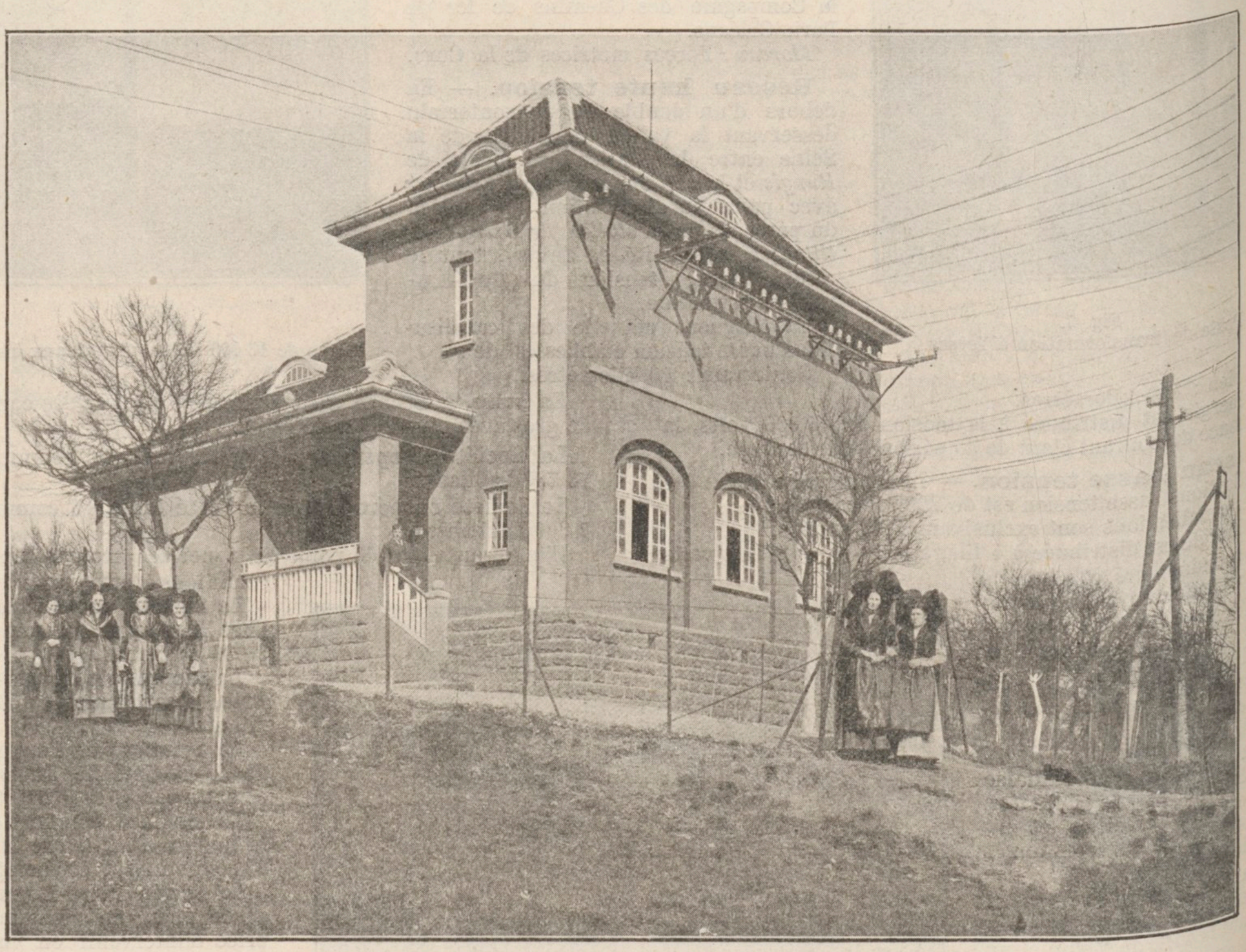
510 communes et 497 000 habitants.

Grâce à ce réseau, l'industrie prendra un grand essor dans la vallée de la Seine au Sud de Paris, les terrains à la disposition des industries étant déjà sillonnés par des voies ferrées nombreuses et traversées par la grande voie fluviale de la Seine ; les régions agricoles desservies, déjà si riches de bonne terre, bénéficieront d'un surcroît inestimable de prospérité, puisqu'en tous points des terres à exploiter, les agriculteurs disposeront de nouveaux moyens rapides, économiques et puissants de travail.

# ÉLECTRICITÉ DE STRASBOURG

L'Electricité de Strasbourg (1) exploite un vaste réseau de distribution d'énergie électrique s'étendant sur tout le département du Bas-Rhin et sur une partie du territoire badois. Ce réseau est alimenté par une station centrale thermique à Strasbourg et reçoit un appoint d'énergie, d'une part, des secteurs voisins auxquels il est relié par des artères à 70 000 volts, d'autre part, de petites centrales hydrauliques disséminées à l'intérieur de son propre secteur.

L'usine thermique de Strasbourg comprend deux centrales : la plus vieille, en exploitation depuis 1898, et qui sert actuellement de réserve; et la plus récente, mise en exploitation en 1910, et qu'il a été nécessaire d'agrandir en 1921. Elle est située dans la partie sud-ouest de la ville, au bord de l'Ill. Le charbon peut donc arriver soit par voie d'eau, soit par voie ferrée; il est pris, pesé et transporté aux foyers, automatiquement, au moyen d'élévateurs à godets et de bennes sus-



Poste de couplage à Hochfelden

(1) Le capital social a subi les variations suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| En 1899 | 4 500 000 | marks |
| 1905 | 5 500 000 | — |
| 1906 | 7 500 000 | — |
| 1908 | 11 250 000 | — |
| 1913 | 15 000 000 | — |
| 1920 | 25 000 000 | francs |

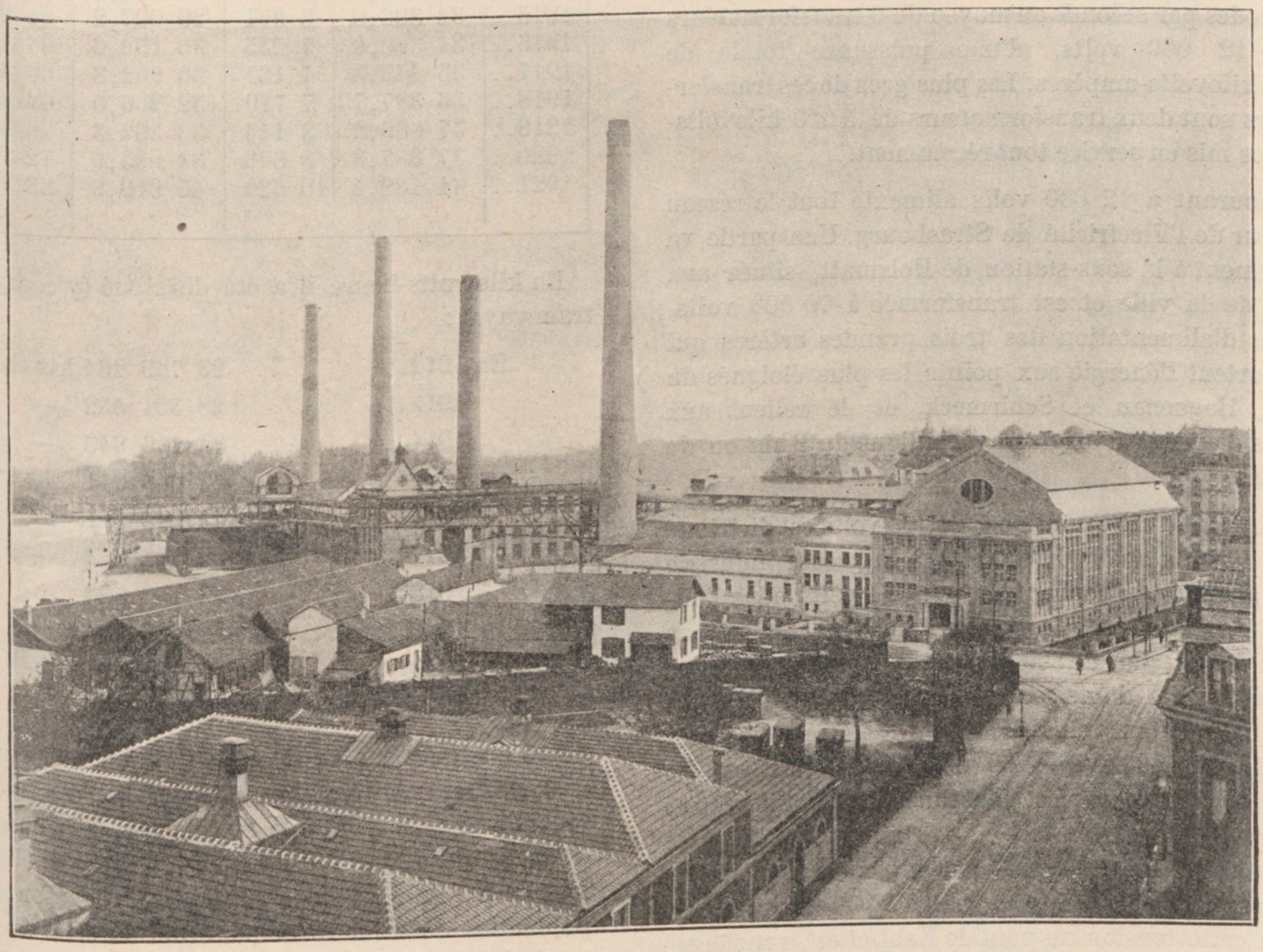
Parallèlement à cette augmentation, la Société a procédé à l'émission de divers types d'obligations :

| | | |
|---|---|---|
| En 1901 | 2 000 000 | marks à 4,5 pour 100 |
| 1910 | 3 000 000 | — à 4 pour 100 |
| 1912 | 5 000 000 | — à 4,5 pour 100 |
| 1914 | 4 000 000 | — à 3,5 pour 100 |
| 1920 | 14 000 000 | francs à 5 pour 100 net d'impôt. |

Le dividende distribué a atteint 11 pour 100 dès 1911, chiffre auquel il s'est maintenu jusqu'en 1915; en 1916, il était de 10 pour 100; en 1917, 7 pour 100; en 1919, 5 pour 100 et en 1920 et 1921, 7 pour 100 net.

pendues en monorail, à traction électrique et bloc-système automatique. La pesée se fait par bascules semi-automatiques avant l'envoi aux foyers et à l'arrivée à chacun d'eux.

Les chaudières, au nombre de 18, sont du type Babcock et Wilcox et Steinmuller, à foyer mécanique, à 13,5 atmosphères, surface de chauffe totale de 5 980 mètres carrés, avec surchauffeurs et économiseurs Green et Steinmuller ; le tirage est assuré par cinq cheminées de 70 à 88 mètres de hauteur au-dessus du sol.



Station centrale de Strasbourg

L'eau d'alimentation provient du condenseur et, comme appoint, de l'Ill ; elle est épurée chimiquement. Le contrôle thermique est assuré par les appareils les plus perfectionnés : outre les pesées de charbon et le mesurage de l'eau d'alimentation, — eau de condensation et eau d'appoint, — l'usine est pourvue d'analyseurs de $CO^2$ automatiques et enregistreurs, de thermomètres enregistreurs pour la mesure des températures des gaz de combustion, de l'eau d'alimentation ou de la vapeur à leurs divers états, de doseurs d'air Izart et Schultze-Dorsch, etc...

Les salles de machines comprennent :

2 alternateurs à piston, triple expansion, d'une puissance totale de 2 500 kilowatts avec condenseur à mélange à commande directe.

3 turbo-alternateurs A. E. G. Curtis de 1 000 et 1 100 kilowatts, 3 000 t : mn et de 2 800 kilowatts, 1 500 t : mn avec condenseurs à surface commandés par moteurs triphasés.

3 turbo-alternateurs A. E. G. Curtis de 4 000, 8 000 et 8 500 kilowatts, 1 500 t : mn avec condenseurs à surface commandés par petites turbines à vapeur indépendantes.

1 turbo-alternateur de la Compagnie Electro-Mécanique de 11 000 kilowatts, 3 000 t : mn avec condenseur à surface commandé par turbine à vapeur indépendante.

Après le montage de ce dernier groupe, la puissance totale de l'usine de Strasbourg sera de 39 000 kilowatts.

Le courant est produit aux bornes des alternateurs à

3 000 volts, 50 périodes par seconde. Il est utilisé à cette tension pour l'alimentation du réseau de câbles de la ville de Strasbourg. Pour l'alimentation du réseau de la Compagnie des Tramways strasbourgeois, il est transformé en courant continu à 600 volts dans une sous-station qui se trouve dans les bâtiments mêmes de l'usine et qui se compose de 3 groupes convertisseurs d'une puissance totale de 730 kilowatts, d'une commutatrice hexaphasée de 1 000 kilowatts et d'un groupe Pirani.

Pour l'alimentation du réseau de l'Électricité de Strasbourg, situé hors de cette dernière ville, le courant est transformé à la Centrale en courant à 12 000 volts, 50 périodes par seconde au moyen de 9 transformateurs 3 000/12 000 volts, d'une puissance totale de 21 600 kilovolts-ampères. Les plus gros de ces transformateurs sont deux transformateurs de 5 000 kilovolts-ampères mis en service tout récemment.

Ce courant à 12 000 volts alimente tout le réseau extérieur de l'Électricité de Strasbourg. Une partie va directement à la sous-station de Holzmatt, située aux portes de la ville et est transformée à 70 000 volts, tension d'alimentation des trois grandes artères qui transportent l'énergie aux points les plus éloignés du réseau, Haguenau et Schirmeck, et le relient aux sources d'énergie d'origine hydraulique du Rhin ou de la Suisse.

Le courant d'alimentation à 12 000 volts est distribué à cette tension ou à 20 000 volts à la grosse industrie et est abaissé en courant à $3 \times 220$ volts pour l'alimentation des communes raccordées. Les canalisations sont en cuivre ; plus de 800 kilomètres de lignes à 12 000 ou 20 000 volts d'une section de 25 et 35 millimètres carrés alimentent plus de 700 kilomètres de lignes basse tension et environ 60 000 raccordements. Le réseau de Strasbourg est constitué par 280 kilomètres de câbles à haute tension et 320 kilomètres à basse tension et 43 kilomètres à courant continu pour les Tramways. Une partie du courant à 3 000 volts passe le Rhin à cette tension au pont de Kehl et est transformé à 7 000 volts pour l'alimentation du réseau badois.

L'Électricité de Strasbourg distribue directement le courant dans 323 communes du département du Bas-Rhin et 14 communes du territoire badois. Elle alimente, en outre, divers petits secteurs à l'intérieur de sa zone (Saverne, Erstein, Illkirch-Graffenstaden, Bischwiller, etc...). Elle a plus de 120 000 compteurs placés, plus d'un millier de transformateurs en service, d'une puissance totale d'environ 50 000 kilovolts-ampères.

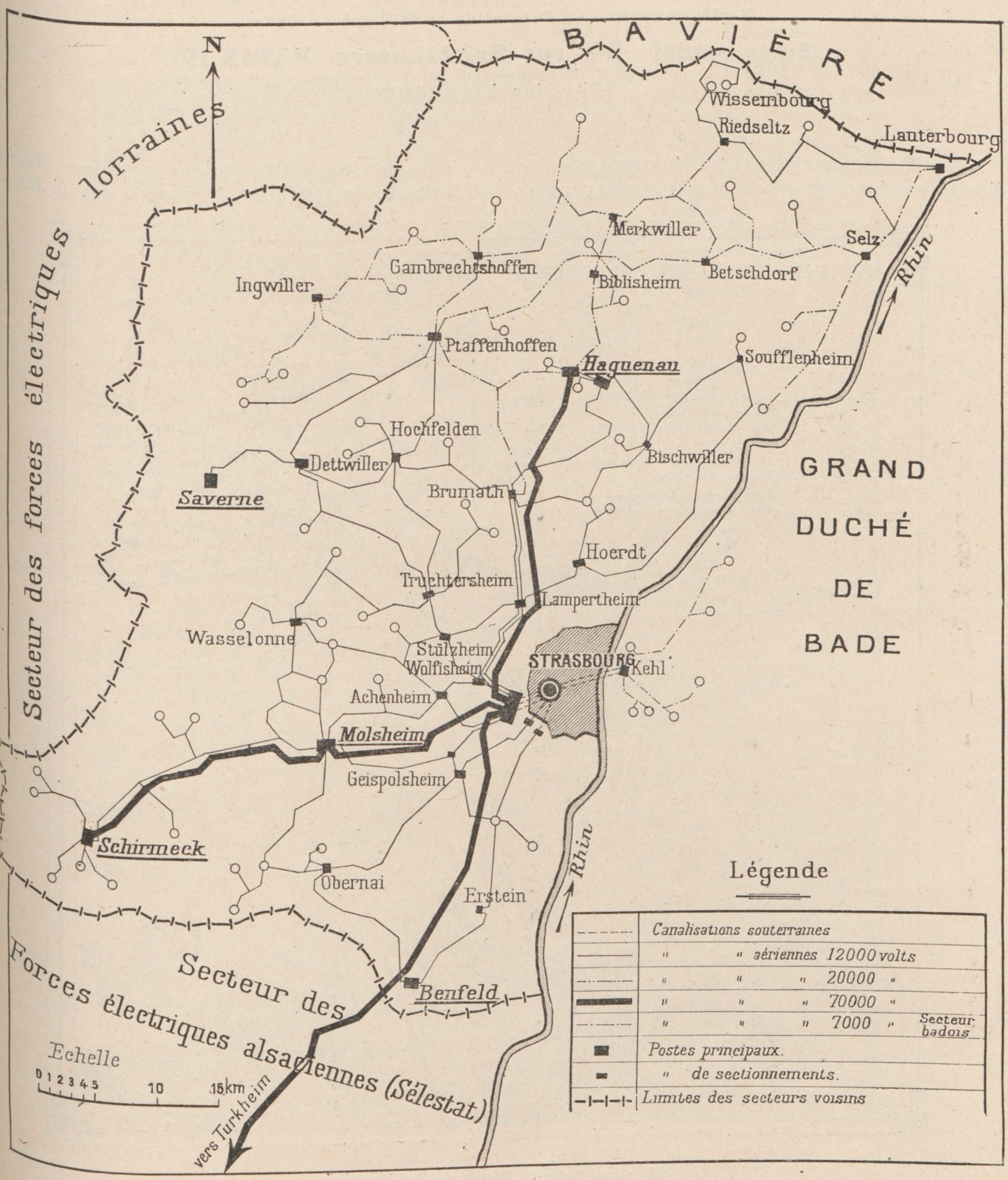
Le tableau suivant indique le développement du réseau pendant les dix dernières années pour la lumière et la force motrice (les tramways ne sont pas compris dans les chiffres ci-dessous) :

| | LUMIÈRE EN KILOWATTS | MOTEURS | | PUISSANCE INSTALLÉE (NON COMPRIS LES TRAMWAYS) EN KILOWATTS |
|---|---|---|---|---|
| | | NOMBRE | KILOWATTS | |
| 1912.. | 25 827,3 | 4 977 | 19 148,8 | 44 976,0 |
| 1913.. | 28 518,9 | 5 986 | 24 679,1 | 53 198,0 |
| 1914.. | 30 458,8 | 6 711 | 28 062,2 | 58 521,0 |
| 1915.. | 32 896,0 | 6 991 | 29 097,2 | 61 993,2 |
| 1916.. | 34 300,9 | 7 255 | 30 152,6 | 64 454,5 |
| 1917.. | 35 455,3 | 7 467 | 30 962,8 | 66 418,1 |
| 1918.. | 36 387,7 | 7 719 | 32 260,0 | 68 659,5 |
| 1919.. | 37 089,2 | 8 145 | 33 362,3 | 70 451,5 |
| 1920.. | 37 807,3 | 8 676 | 34 895,9 | 72 703,2 |
| 1921.. | 41 189,4 | 10 629 | 45 916,9 | 88 166,3 |

En kilowatts-heure il a été distribué (y compris les tramways) :

| | | |
|---|---|---|
| En 1912..... | 23 729 264 | kw-h |
| 1913..... | 28 391 452 | — |
| 1914..... | 32 146 946 | — |
| 1915..... | 33 886 011 | — |
| 1916..... | 35 145 521 | — |
| 1917..... | 36 204 844 | — |
| 1918..... | 39 133 823 | — |
| 1919..... | 38 099 704 | — |
| 1920..... | 46 296 060 | — |
| 1921..... | 49 716 098 | — |

Les quelques mots ci-dessus indiquent à eux seuls déjà suffisamment combien l'usage de l'électricité est répandu dans la région de Strasbourg. Les communes d'Alsace qui utilisent directement l'énergie électrique fournie par l'Électricité de Strasbourg représentent une population desservie de 88 pour 100 de celle de tout le territoire de la zone de cette Société. Le touriste qui visite les Vosges n'est pas peu frappé de constater que les villages les plus perdus dans la montagne possèdent leur réseau électrique : les bienfaits de l'électricité doivent en effet profiter à tous et il serait injuste que seuls les habitants des villes et des grosses communes aient la possibilé d'en jouir. L'installation des réseaux ruraux est une des tâches que devraient entreprendre toutes les sociétés de distribution d'énergie électrique et l'Électricité de Strasbourg a montré qu'un effort dans ce sens pouvait et devait être couronné de succès.




Plan du réseau de «l'Electricité de Strasbourg»

# SUD-ELECTRIQUE

**Société anonyme au Capital de 15 Millions de francs.**

**Siège social : 94, rue Saint-Lazare, PARIS (9e)**

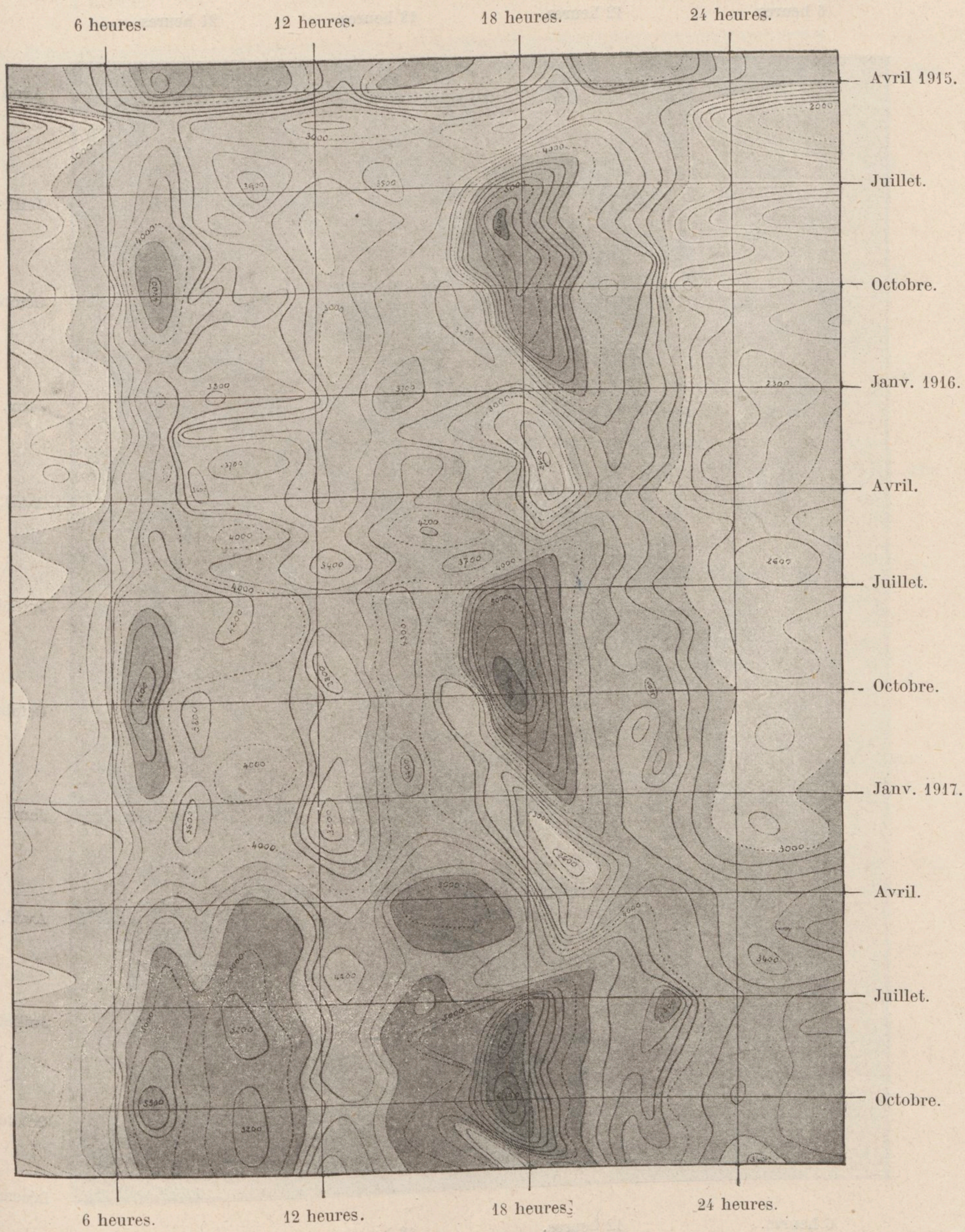
**Direction à AVIGNON**

Le **Sud-Electrique** a été créé, en 1905, dans le but de distribuer en Provence et dans la zone située au sud des

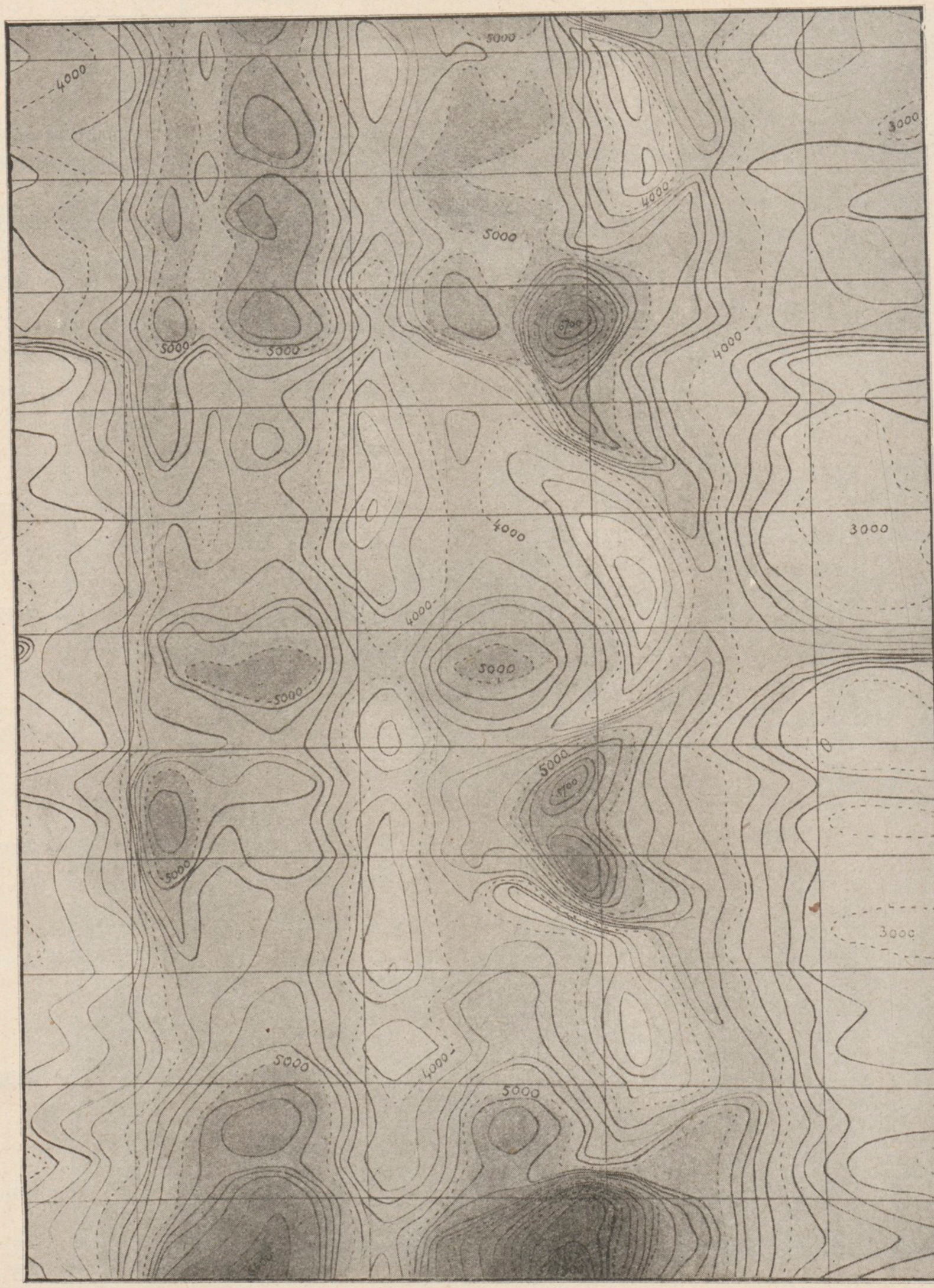
Fig. 1. — Carte du Réseau du Sud-Electrique

Cévennes de l'énergie électrique provenant d'usines sur la Durance et d'une usine sur la Vis (Cévennes).

Dans ce but, il a conclu, avec différents producteurs de courant, des accords de longue durée : avec l'Energie électrique du Littoral méditerranéen qui lui livre, à Arles, une quantité importante d'énergie produite sur la Durance ; avec la Société d'Electricité de la Vallée du Rhône dont la fourniture a lieu à Bollène, et avec la


6 heures.
12 heures.
18 heures.
24 heures.
Avril 1915.
Juillet.
Octobre.
Janv. 1916.
Avril.
Juillet.
Octobre.
Janv. 1917.
Avril.
Juillet.
Octobre.
6 heures.
12 heures.
18 heures.
24 heures.

6 heures 12 heures. 18 heures. 24 heures.




Avril 1917.

Juillet.

Octobre.

Janv. 1918.

Avril.

Juillet.

Octobre,

Janv. 1919

Avril.

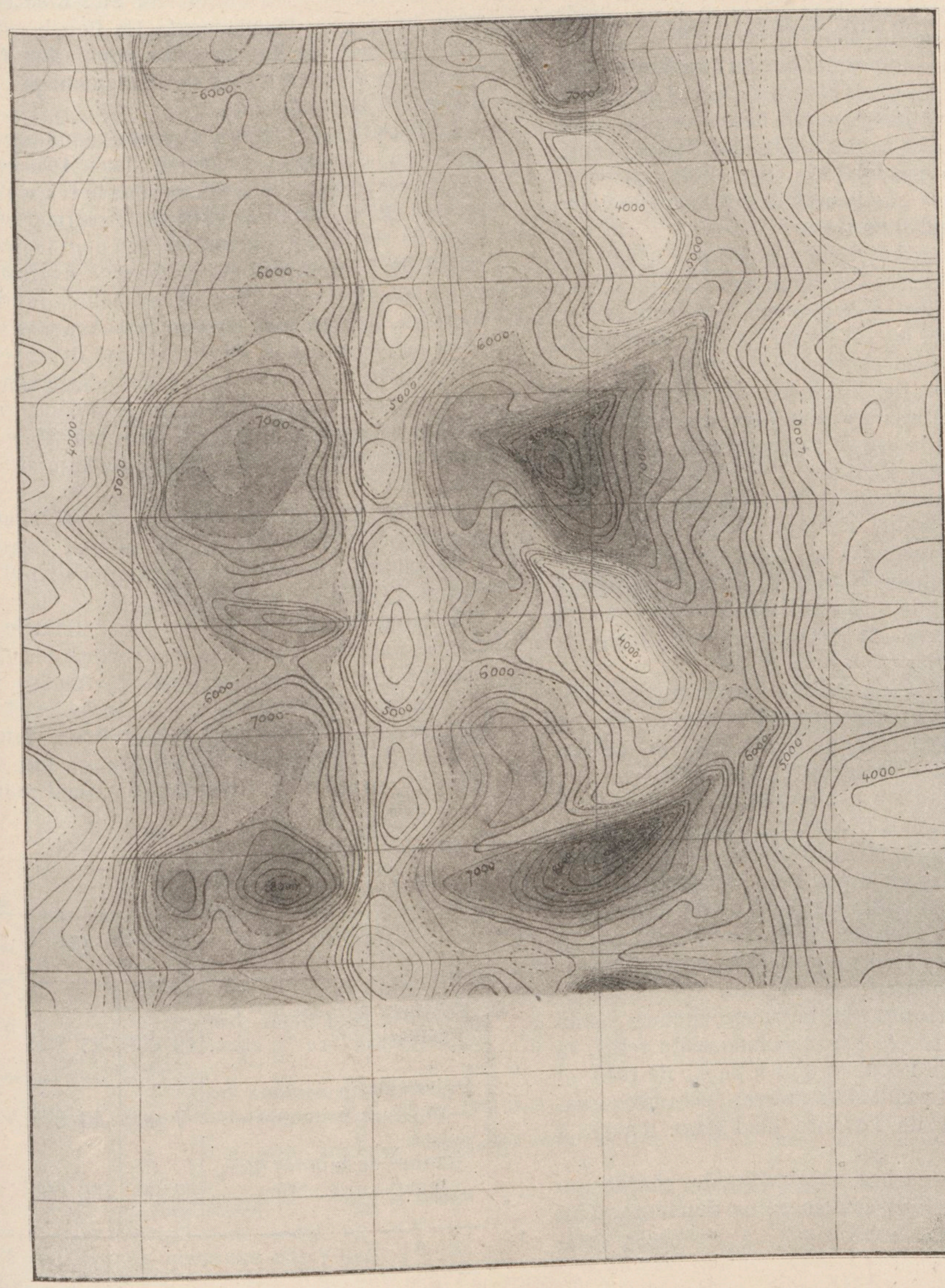
Juillet.

Octobre.

Décembre.

6 heures. 12 heures. 18 heures. 24 heures.

6 heures. 12 heures. 18 heures. 24 heures.




Janv. 1920.

Avril.

Juillet.

Octobre.

Janv. 1921.

Avril.

Juillet.

Octobre.

Janv. 1922.

6 heures. 12 heures. 18 heures. 24 heures.

Société des Forces motrices de la Vis dont le **Sud-Electrique** exploite lui-même l'usine de Madières sur la Vis.

Le **Sud-Electrique** bénéficie donc d'une situation privilégiée entre les Alpes et le Massif-Central, permettant la liaison, sur son réseau, des usines hydroélectriques de ces deux régions dont les régimes se complètent, les torrents des Alpes ayant leur étiage en hiver, tandis que celui des rivières du Massif-Central a lieu en été.

Une double tâche s'imposait donc au **Sud-Electrique**: d'une part, harmoniser ses contrats d'achat de courant et sa propre production d'énergie de secours en tenant compte du débit des usines hydroélectriques, d'autre part, s'assurer un ensemble de clientèle qui permette d'utiliser, dans les meilleures conditions possibles, l'énergie dont le **Sud-Electrique** dispose.

La première condition a été réalisée par le fait que l'usine de Madières sur la Vis donne son débit maximum en hiver, c'est-à-dire au moment des plus fortes demandes d'énergie, ce qui permet au **Sud-Electrique** d'acheter une quantité constante d'énergie en provenance de la Durance. De plus, le **Sud-Electrique** dispose de deux stations de secours pourvues chacune de moteurs à combustion interne d'une puissance globale de 3 000 chevaux, l'une à Nîmes, l'autre à Avignon et dont le rôle est journellement celui que joue l'usine de Madières annuellement, c'est-à-dire de couvrir les pointes d'éclairage pendant quelques heures par jour et en hiver. Ces moteurs à mise en marche instantanée serviront également de secousr en cas d'orages, avaries de lignes, et en cas de sécheresse exceptionnelle, comme cela s'est produit en 1921.

En résumé, la première condition à réaliser consistait, par un choix approprié de sources d'énergie, à couvrir les pointes de la clientèle et à combler les déficits annuels de certaines de ces sources hydrauliques.

La deuxième condition est, en réalité, fonction de la première; elle consistait à adapter, à forger une clientèle qui utilisât dans les meilleures conditions possibles l'énergie disponible; cette politique commerciale consistait surtout à « remplir les trous », de midi et de nuit sur la courbe de charge journalière, d'été sur la courbe annuelle. Les 4 reliefs de charge que nous reproduisons ci-après montrent les résultats auxquels était arrivé le **Sud-Electrique** avant la guerre, la chute subite d'août 1914 représentée par une falaise du relief, la reprise graduelle de l'exploitation à partir de 1915, et son développement pendant la guerre. (On remarquera, notamment, l'effet de l'avance de l'heure d'avril à octobre.)

Tandis que les courbes habituelles de charge qui sont à deux dimensions seulement ne donnent qu'un aperçu momentané de l'exploitation d'une Société, les reliefs de charge constituent un graphique à trois dimensions, qui permet d'étudier l'exploitation du **Sud-Electrique** comme on le ferait d'un terrain avec courbes de niveau.

Le réseau de distribution du **Sud-Electrique** intéresse les quatre départements des Bouches-du-Rhône, Gard, Hérault et Vaucluse. La population des régions desservies directement ou indirectement par la Société est de 425 000 habitants.

La Société est directement concessionnaire de la distribution d'énergie électrique dans 162 communes. 147 de ces réseaux sont placés sous le régime de la concession (loi de 1906) et 15 sous le régime des permissions de voirie; les concessions ont, pour la plupart, une durée de 30 à 40 ans et viennent à expiration entre 1935 et 1960. La Société alimente indirectement 25 villes, comprenant notamment Avignon, Nîmes et Montpellier, qui sont desservies par des Sociétés concessionnaires spéciales auxquelles elle fournit le courant électrique en gros. Elle est, d'ailleurs, intéressée, comme principal actionnaire, dans la Société avignonnaise d'Electricité et dans la Société nîmoise d'Electricité.

Les réseaux de distribution de la Société comprennent une longueur totale des 717 kilomètres constituée par 1 299 kilomètres de lignes à haute tension et 418 kilomètres de lignes à basse tension.

Le **Sud-Electrique** dessert une clientèle de force motrice extrêmement variée comportant des utilisations industrielles, minières, agricoles et viticoles. La répartition saisonnière des utilisations agricoles et viticoles, notamment les arrosages et submersions, compensent, pour le **Sud-Electrique**, la diminution des demandes d'énergie en été et lui assurent une remarquable régularité de charge.

*Statistiques.*

| | 1913 | 1921 | AUGMENTATION |
|---|---|---|---|
| Nombre de polices desservies..... | 13 098 | 27 996 | 14 898 |
| Puissance en chevaux des moteurs branchés.... | 7 000 | 13 875 | 6 875 |
| Nombre de lampes directement alimentées.... | 87 000 | 156 000 | 69 000 |

# Société Méridionale de Transport de Force

Anonyme au Capital de 12 Millions de francs

**Siège social à CARCASSONNE**

La Société méridionale de Transport de Force est la plus ancienne des Sociétés françaises de distribution d'énergie électrique à haute tension.

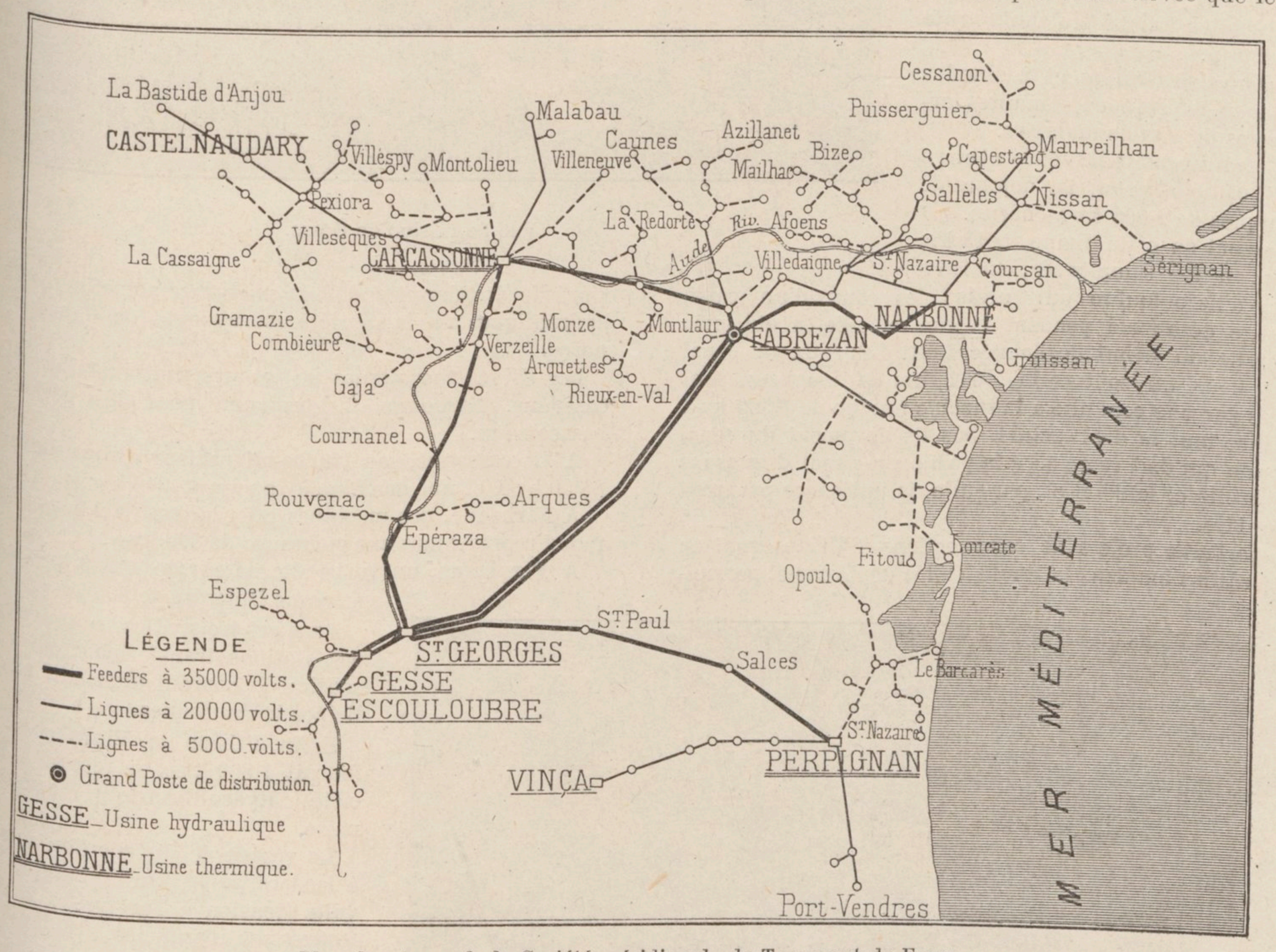
L'inauguration de l'Usine hydroélectrique de Saint-Georges près Axat (Aude) remonte, en effet, au 1er avril 1901.

A cette époque, on ne connaissait guère en Europe que la transmission d'énergie de Paderno à Milan, qui fonctionnait depuis 1896 à la tension de 16 000 volts.

depuis Béziers jusqu'à Perpignan et le Méridien passant par Castelnaudary. Au Sud, le Réseau de la Société Hydro-Electrique roussillonnaise, filiale de la Société méridionale de Transport de Force, prolonge les lignes de cette dernière jusqu'à la frontière d'Espagne.

La longueur des lignes à haute tension, 40 000, 20 000, 9 000 et 5 000 volts dépasse 1 350 km.

La puissance fournie n'est pas aussi élevée que le développement du Réseau le ferait supposer, car la région est surtout agricole et fort peu industrielle.




Plan du réseau de la Société méridionale de Transport de Force.

Entreprendre d'un seul coup la transmission et la distribution en détail, dans une centaine de communes du département de l'Aude, de plusieurs milliers de kilowatts à la tension de 20 000 volts, était à cette époque un projet d'une telle audace que les constructeurs les plus réputés ne purent en garantir le succès.

Le plan primitif qui prévoyait aussi l'alimentation de villes assez importantes, comme Carcassonne et Narbonne s'est cependant réalisé entièrement, comme il était prévu.

Actuellement. le Réseau de la Société méridionale de Transport de Force s'étend dans le rectangle formé par un parallèle allant de Béziers à Castelnaudary (130 km), la mer

Cette puissance est environ 16 000 kw. Elle est fournie principalement par les trois Usines hydroélectriques de Saint-Georges (1899), Gesse (1914), Escouloubre (1921), toutes les trois sur l'Aude.

Saint-Georges, la plus ancienne, fournit seulement 2 600 kw. La chute brute est de 100 m.

Le barrage situé à Gesse peut constituer une retenue de 10 000 $m^3$, un canal souterrain de 6 km de long pouvant débiter 4 $m^3$ par seconde aboutit à la chambre d'eau située près du site pittoresque des gorges de Saint-Georges. Deux

conduites forcées de 1 m de diamètre bifurquées à leur entrée de l'Usine aboutissent à 4 roues Pelton identiques. Les alternateurs sont du type à fer tournant d'une stabilité remarquable.

Les transformateurs-élévateurs primitifs 2 800/20 000 volts isolés à l'air libre sont monophasés, groupés en étoile.

L'Usine de Gesse établie juste au-dessus du barrage de prise d'eau de l'Usine de Saint-Georges peut fournir 6 500 kv-a.

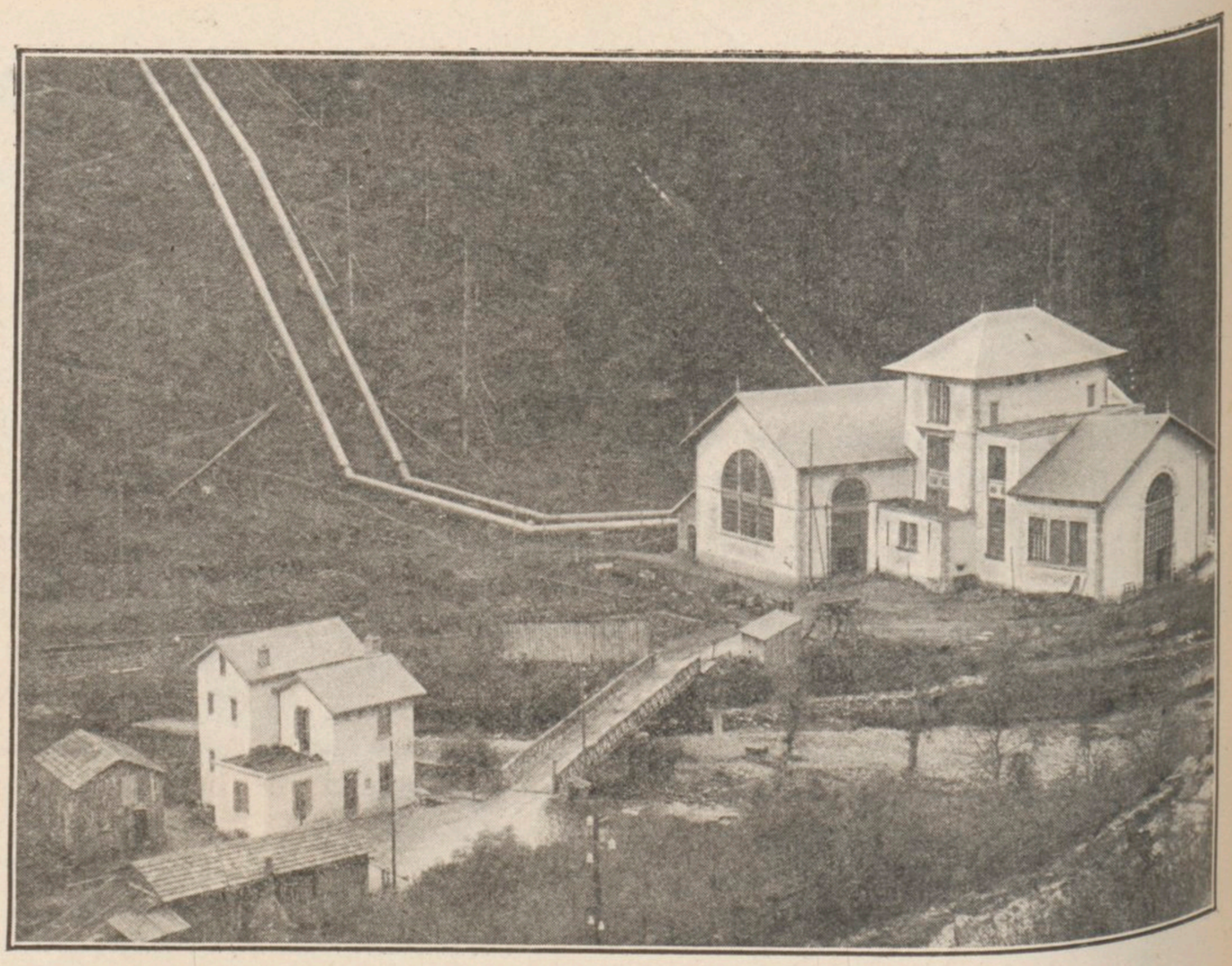
Le barrage de cette Usine, 1 500 m en aval des Bains d'Usson, constitue une retenue de 30 000 m³. Le canal d'amenée long de 8 km est souterrain et peut débiter 4 m³2 s. La chute brute est de 190 m.

4 turbines, 2 doubles et 2 simples se partagent le débit de 2 conduites forcées égales de 1 m de diamètre.

Les transformateurs-élévateurs 2 800/35 000 volts sont au nombre de 4 identiques de 2 000 kv-a chacun.

En amont de cette Usine, à 13 km environ, a été commencée, en 1917, l'Usine d'Escouloubre qui utilise les eaux d'un canal d'arrosage désaffecté pendant la guerre. Elle a été mise en marche au début de l'année 1921. Les eaux du canal déviées dans un souterrain de 4 km de longueur sont amenées par une conduite à la turbine unique de 3 500 kv-a qui utilise tout le débit actuel. Dès l'achèvement du canal souterrain qui doit remplacer la partie du canal d'arrosage encore utilisée, le débit et, par suite, la puissance pourront être doublés.

D'importants projets de constructions d'Usines sont en voie de réalisation dans la Haute-Vallée de l'Aude et permettront de doubler et au-delà la puissance actuelle des Usines hydrauliques de la Société méridionale de Transport de Force.



Vue de l'Usine de Gesse.

Des Usines thermiques de secours sont installées à Carcassonne, Narbonne et Perpignan pour les périodes de basses eaux.

A Carcassonne, un turbo-alternateur Brown-Boveri de 2 000 kv-a et une machine à vapeur de 300 kw.

A Narbonne, des machines alternatives Weyher et Richemond représentant une puissance de 800 kv-a.

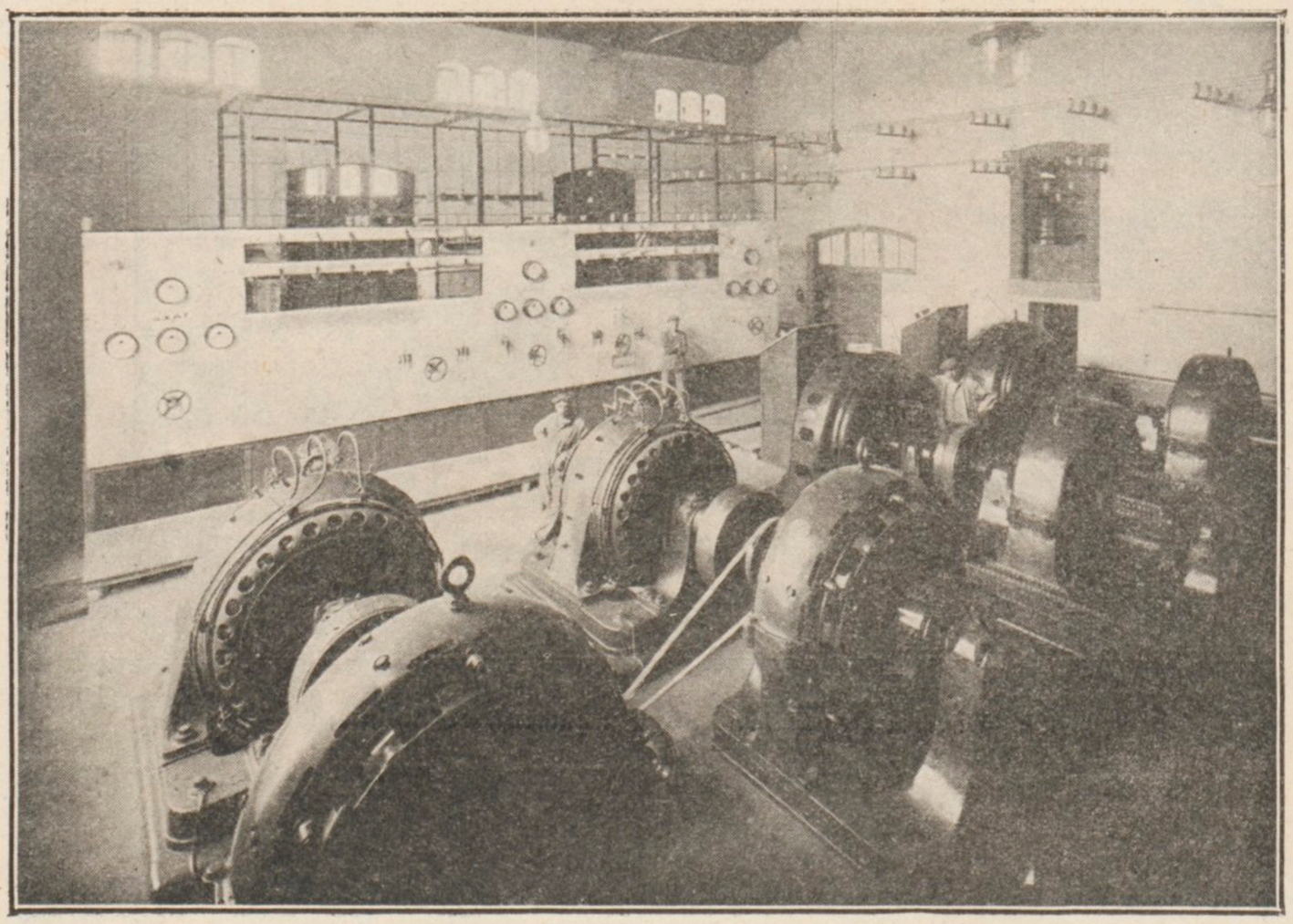
A Perpignan, un turbo-alternateur de 1 250 kv-a et une machine Dujardin de 500 kv-a.

Dans ces trois villes, sont également des stations transformant en courant continu le courant alternatif reçu des Usines hydrauliques.

Enfin, l'Usine de Vinca sur la Têt fournit 1 800 kv-a au réseau de la Société Hydro-Electrique roussillonnaise.

Le réseau de distribution comporte 4 feeders de 70 km de long, à 35 000 volts (tension à l'arrivée) ; 2 de ces feeders sont parallèles.

L'énergie distribuée par la Société méridionale de Transport de Force est utilisée avec un rendement financier maximum malgré la modicité des tarifs, grâce au développement de la vente à forfait avec limiteur, et à la limitation d'utilisation de la force motrice aux heures de pointe. Le nombre des abonnés atteint 50 000 et les recettes totales, y compris les filiales, dépassent 9 millions de francs pour un capital de 45 millions de francs environ.



Usine de Carcassonne. Salle des convertisseurs.

Vue de l'Usine de Saint-Georges sur l'Aude.

# Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité

*Société anonyme au Capital de 100 Millions de francs*

**Siège social : 23, Rue de Vienne, 23 — PARIS (VIII^e^)**

La Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité (C. P. D. E.) assure la distribution aux particuliers de l'énergie électrique dans Paris, en vertu d'une convention passée en 1907 avec la Ville, convention qui l'a substituée aux 6 secteurs qui distribuaient le courant depuis 1888.

Au moment où les autorisations primitives avaient été accordées aux secteurs, la technique de la production et de la distribution en était encore à sa période d'essai et, en raison des situations spéciales des régions à desservir et de la position des usines, chacune des sociétés avait adopté des modes de production et de distribution différents ; c'est ainsi que les secteurs Edison, Clichy, Eclairage et Force et Air comprimé, qui distribuaient l'énergie électrique dans le centre de Paris sur un périmètre peu étendu, avaient choisi le courant continu avec une distribution à 3 ou 5 fils, tandis que les secteurs des Champs-Elysées et de la Rive gauche, établis postérieurement aux précédents et qui avaient à desservir uue zone beaucoup plus grande, avaient adopté la distribution par courant alternatif à 3 000 volts réduits à 110 volts au moyen de transformateurs d'immeubles.

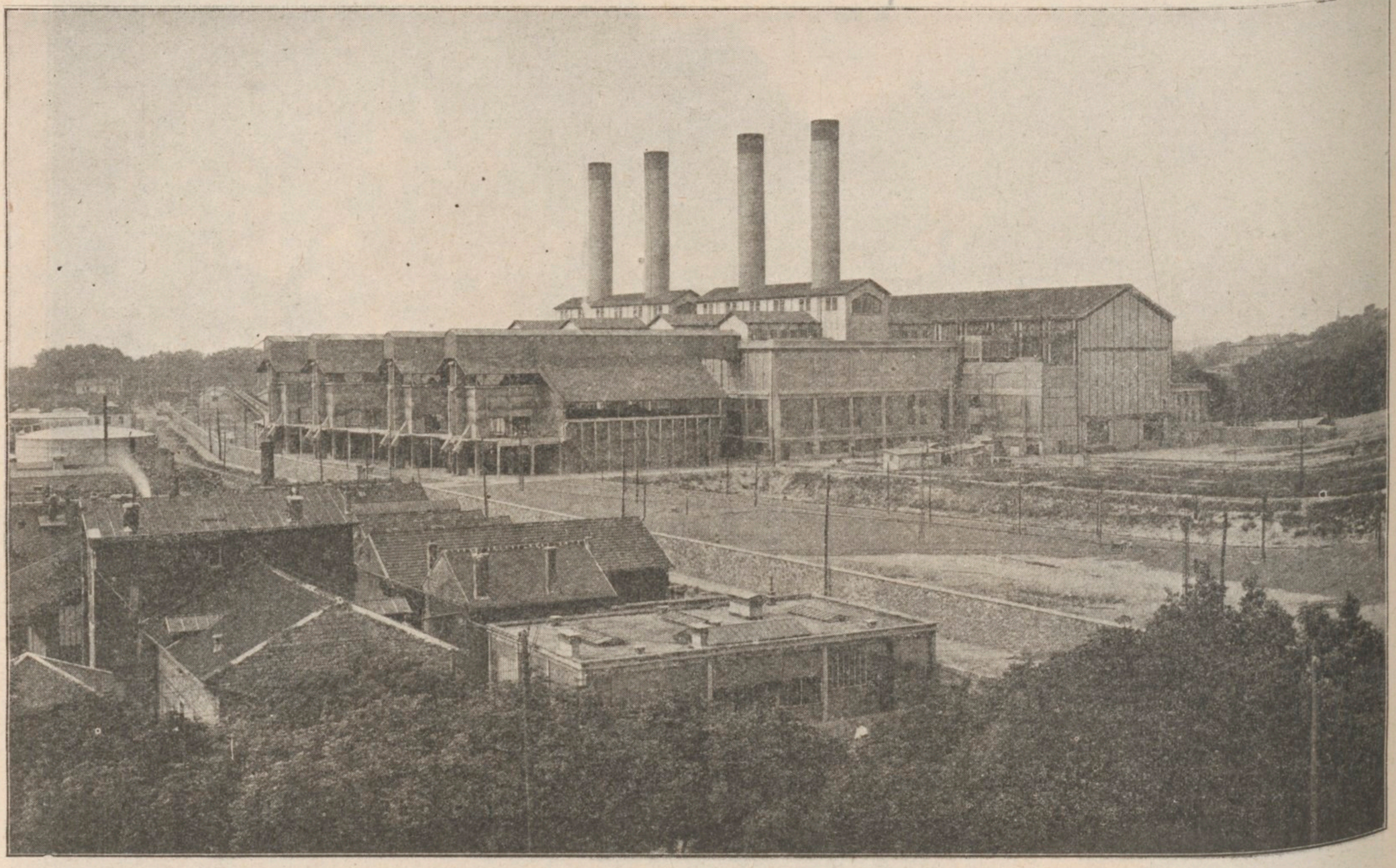


Fig. 1. — Vue générale de l'Usine de Saint-Ouen

En raison à la fois des dépenses considérables et de la perturbation dans le service des abonnés qu'aurait entraînées l'adoption d'un système de distribution unique, on dut se résoudre en 1907 à conserver les systèmes de distribution en usage, mais on réalisa l'unification dans la production en supprimant les usines des anciens secteurs. Le type de courant adopté par les usines centrales nouvelles qui devaient être construites par la « C. P. D. E. » fut le courant alternatif diphasé à 12 000 volts, 42 périodes par seconde qui devait être transformé, suivant les zones, en courant continu ou en courant alternatif monophasé à 3 000 volts par des sous-stations établies sur différents points de Paris. En outre, on créa une zone nouvelle desservie en alternatif diphasé dans les quartiers de Paris qui, se trouvant en dehors des concessions des secteurs, n'étaient pas encore canalisés.

La convention de 1907 avait fixé à 50 000 kw la puissance utile des deux usines. En prévision de l'avenir, la « C. P. D. E. », sans se limiter à ce chiffre, construisit, à Saint-Ouen et à Issy-les-Moulineaux, deux grandes centrales qui ont été mises en service au début de 1914 et dont la puissance ins-

tallée représentait, dès cette époque, 110 000 kw. Rappelons qu'elles sont équipées en unités turbo-alternateurs d'une puissance de 10 000 kw chacune. La production de la vapeur comporte des foyers à grille mécanique et des générateurs dont chaque unité vaporise de 10 000 à 14 000 kg de vapeur à l'heure à une pression de 16 kg : cm² et pour une surchauffe de 350° C; le service des combustibles est entièrement mécanique.

Ces usines, mises en route quelques mois avant la déclaration de guerre, disposaient d'une puissance presque double de la puissance nécessaire à ce moment. Elles ont permis de faire face au développement de la force motrice dont la consommation en énergie électrique est passée pendant la guerre de 20 946 155 kw-h par an en 1914 à 105 637 243 kw-h en 1920.

Malheureusement, il n'a pas été possible de réaliser parallèlement, pendant la guerre, les extensions correspondantes des usines et du réseau. Les ateliers de constructions du matériel électrique se trouvaient partie dans les pays envahis, partie transformés pour produire le matériel de guerre. Aussi, au moment de l'armistice, la situation se trouvait-elle critique et les difficultés ont-elles subsisté jusqu'ici malgré la commande d'un groupe turbo-alternateur supplémentaire de 10 000 kw, commandé en 1919, mais qui n'a été livré qu'en 1921. Des retards analogues se sont produits dans les livraisons de matériel de toute sorte, notamment pour les sous-stations et pour les câbles destinés aux canalisations nouvelles et n'ont pas permis d'améliorer plus rapidement la situation. Il n'en sera plus ainsi dans un avenir prochain. La « C. P. D. E. » achève, en effet, actuellement l'exécution d'un premier programme d'extension de ses usines dont la puissance installée sera doublée et portée à 240 000 kw.

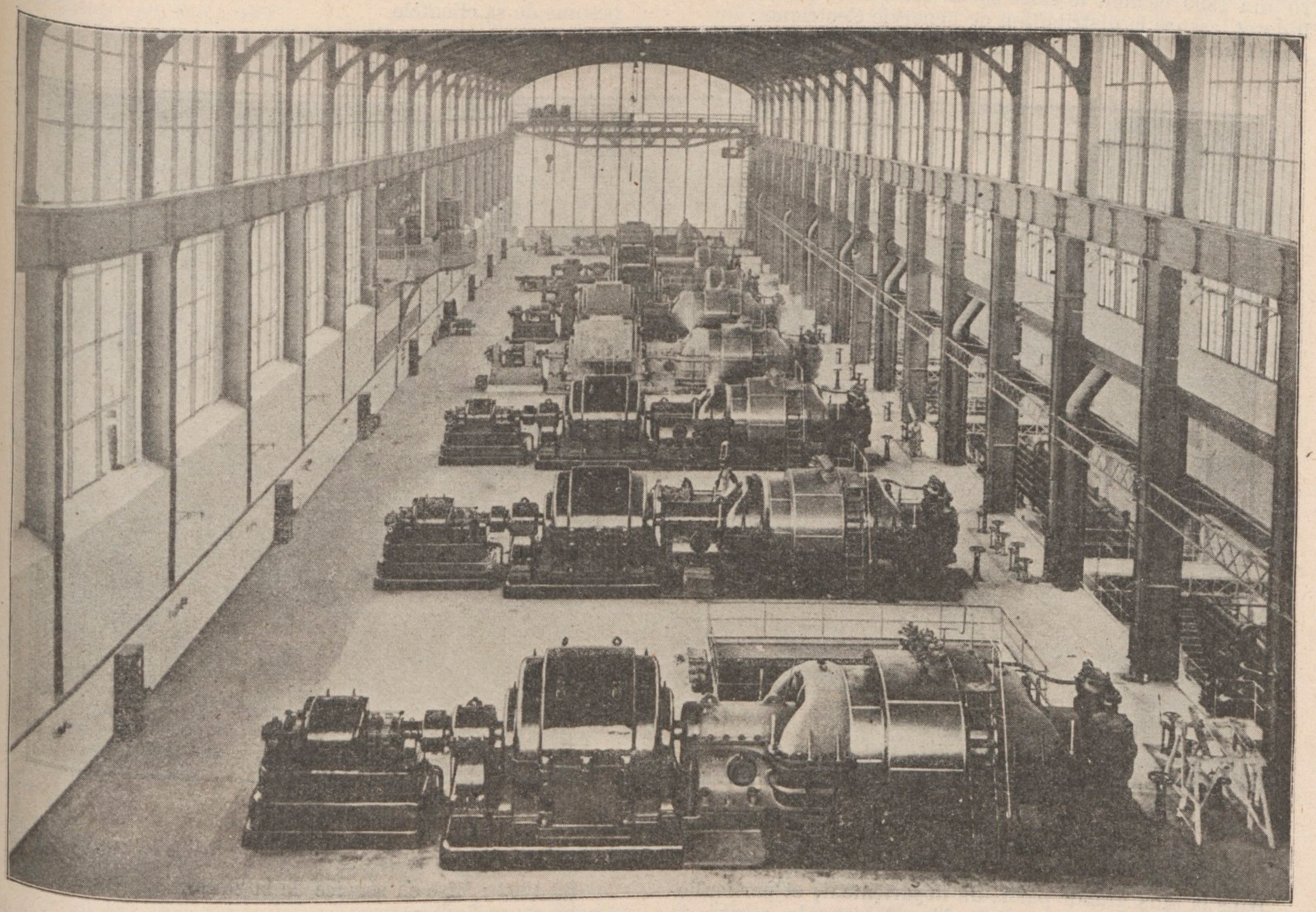


Fig. 2. — Vue de la salle des machines de l'Usine de Saint-Ouen

Cette augmentation de puissance sera répartie par moitié entre les deux centrales de Saint-Ouen et d'Issy-les-Moulineaux. Elle se fera au moyen de groupes turbo-alternateurs de 30 000-35 000 kw chacun. Ces groupes seront alimentés par des chaudières de 2 100 m² de surface de chauffe, capables de produire chacune, par heure, 60 000 à 80 000 kg de vapeur et munies des derniers perfectionnements.

Parallèlement à ce développement de la puissance des usines, « la C. P. D. E. » poursuit l'augmentation des sous-stations existantes. Une nouvelle sous-station est établie sur la rive gauche pour une puissance de 15 000 kw et de nouveaux groupes transformateurs du type de 3 000 kw, double de la puissance jusqu'ici adoptée, sont installés dans les sous-stations à courant continu.

Sans attendre l'achèvement prévu pour fin 1922 de ce programme déjà très important, de nouvelles extensions sont déjà en cours de réalisation pour augmenter d'environ 160 00 kw, la puissance de l'usine de Saint Ouen et pour créer onze sous-stations nouvelles dans Paris. En même temps, ce dernier programme réalisera l'unification de la fréquence au type normal de 50 p : s.

Lorsque, très prochainement, les programmes présentés auront été achevés, la puissance installée dans les usines de la « C. P. D. E. » atteindra 350 000 kw.

Les chiffres ci-dessous font ressortir le développement considérable de la consommation d'électricité des particuliers dans Paris :

Le nombre d'abonnés en service qui était de 132 620 en 1914 est fin 1921, de 276 000. Il a donc doublé en 7 ans. La consommation de courant qui était de 76 000 000 kw-h. en 1911, s'est élevée à 202 000 000 kw-h en 1921.

# Société Générale de Force et Lumière

**Société anonyme au Capital de 50 Millions de francs.**

GRENOBLE — 37, rue Diderot — GRENOBLE

La Société générale de Force et Lumière, fondée le 10 juin 1899 et dont le siège social est à Grenoble, 37, rue Diderot, assure la distribution de l'énergie électrique :
*Dans l'Isère :*

Dans la plus grande partie du département, et particulièrement aux environs de Grenoble et dans la région de Bourgoin, la Tuor-du-Pin, et Vienne.
*Dans la Drôme et l'Ardèche :*

Dans les régions de Saint-Rambert-d'Albon et d'Annonay.
*Dans la Loire :*

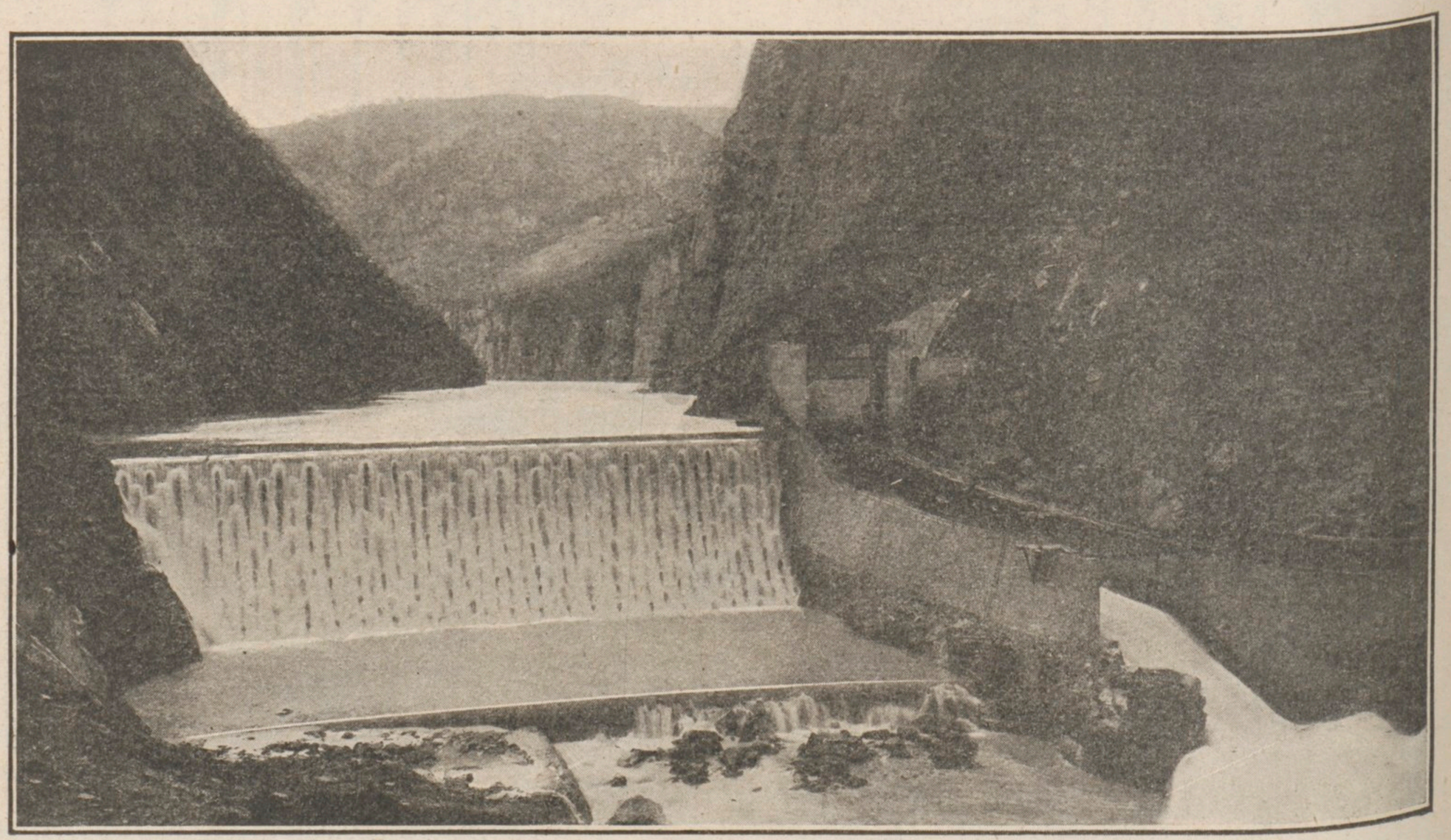
Dans la région de Bourg-Argental, Rive-de-Gier et Grand'Croix.
*Dans le Rhône :*

A Lyon et environs et dans la région de Givors.
*Dans la Savoie :*

Dans la région de Pont-de-Beauvoisin et des Echelles.
*Dans l'Ain :*

Dans la région de Sault-Brénaz, Meximieux et Ambérieu.
La longueur de ses lignes de transmission et de distribution est actuellement de plus de 2 000 km, en y comprenant celles de ses principales Sociétés filiales : la Société d'Energie électrique de Grenoble et Voiron, la Société hydroélectrique du Guiers.

Les moyens de production de la Société générale de Force et Lumière se sont développés progressivement avec les besoins de sa clientèle.
C'est ainsi qu'on peut noter :



Barrage d'Avignonnet

En 1902 : Mise en service de la station génératrice d'Avignon et sur le Drac.
En 1906 : Mise en service de la station génératrice de Gavet sur la Romanche.
En 1906 : Utilisation de l'énergie de la station génératrice de la Plombière près Moutiers (Société La Volta lyonnaise), sur l'Isère.
En 1907 : Raccordement du réseau de la Société générale de Force et Lumière avec la station génératrice de Bellegarde, de la Société française des Forces hydrauliques du Rhône.
En 1909 : Mise en service de l'usine à vapeur d'Oullins.
En 1910 : Raccordement du réseau de la Société avec la station génératrice d'Allemont, de la Société hydroélectrique de l'Eau d'Olle.
En 1911 : Mise en service de la station génératrice de la Bridoire, de la Société hydroélectrique de la Bridoire. Toute l'énergie de cette usine est réservée à la Société générale de Force et Lumière.

En 1912 : Mise en service de la station génératrice de Bozel (Savoie).

En 1917 : Mise en service du moteur Diesel de 4 000 ch, installé au Sardon, près Rive-de-Gier, sur la commune de Saint-Genis-Terrenoire.

En 1918 : Mise en service de la station génératrice de Fond-de-France, commune de la Ferrière d'Allevard. Cette usine est alimentée par les lacs de la montagne des Sept-Laux ; ces lacs sont aménagés de façon à régulariser le débit du torrent du Bréda.

En 1920 : Mise en service de l'usine d'Eloise à Bellegarde sur le Rhône.

La puissance ainsi installée pour le service de la Société générale de Force et Lumière, puissance d'environ 64 000 kw, est répartie sur ses réseaux de distribution de façon à assurer à son exploitation les meilleures garanties de bon fonctionnement.

Les sources d'énergie qu'utilise la Société peuvent ainsi se classer en 3 catégories :

1°) Les stations génératrices hydroélectriques produisant du *courant continu série*. Ce sont les usines de Moutiers et Bozel, en Savoie, et Fond-de-France, dans l'Isère, branchées en série sur une même ligne à courant continu de 220 km de longueur, fonctionnant sous une tension variable de 0 à 100 000 volts. Ce groupe d'usines représente une puissance d'environ 20 000 ch.

2°) Les stations génératrices hydroélectriques produisant du *courant alternatif triphasé* à 50 p : s. Ce sont les usines d'Avignonnet, de la Bridoire, de Gavet, d'Allemont et les deux usines de Bellegarde, qui fournissent du courant à 45 000 volts, sur un réseau primaire d'environ 1 000 km de développement. Ce deuxième groupe d'usines correspond à une puissance d'envion 40 000 ch.

3°) Une usine centrale à vapeur produisant du courant triphasé à 10 000 volts, à Oullins, près Lyon ;

Un moteur Diesel de 4 000 ch au Sardon près Rive-de-Gier (Loire) produisant également du courant triphasé à 10 000 volts.

En principe, l'énergie courant continu série est destinée à Lyon, et l'énergie courant triphasé est destinée à la distribution dans les départements de l'Isère, de l'Ain, du Rhône, de la Drôme, de l'Ardèche et de la Loire.

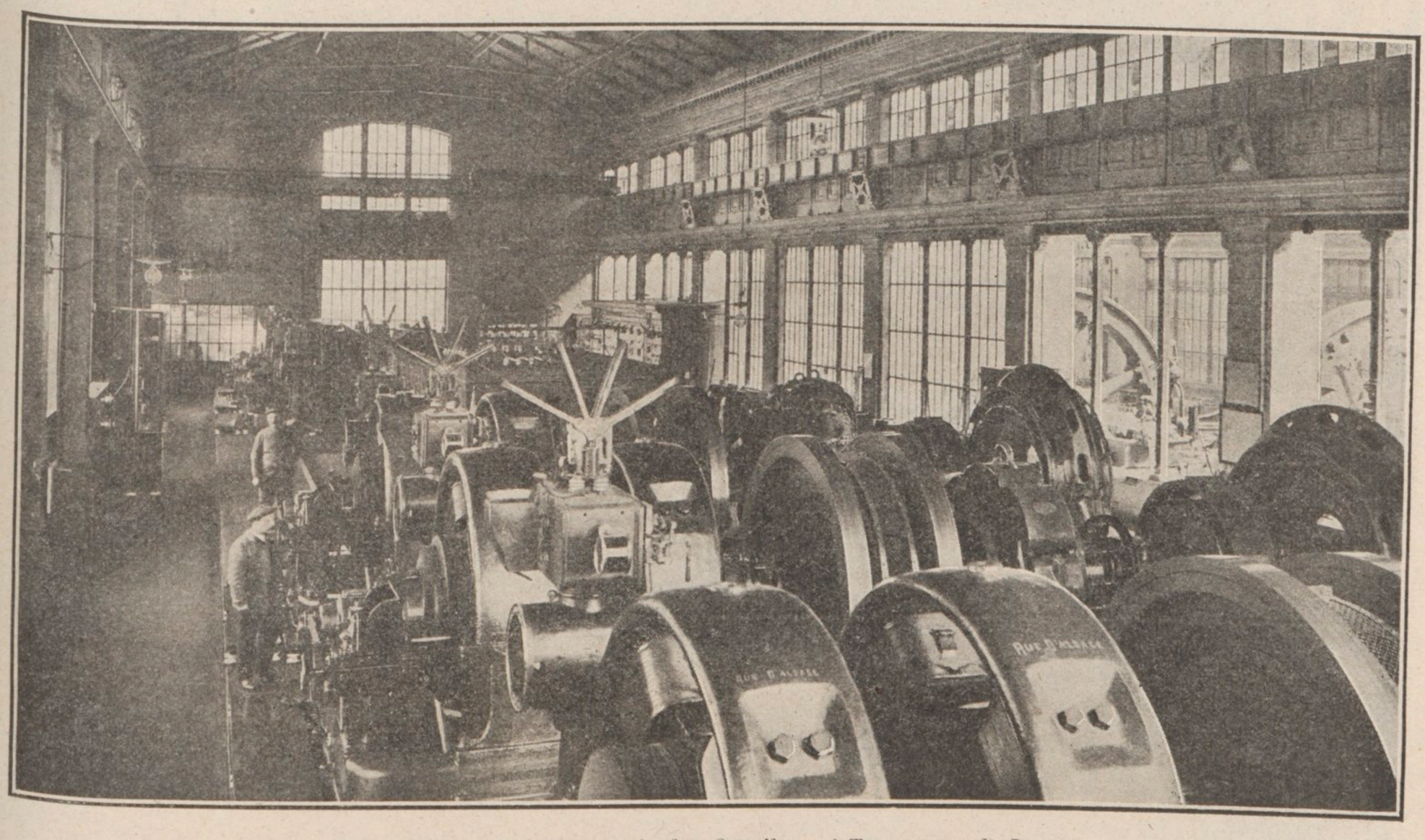
La station de Vaulx-en-Velin est chargée d'établir la liaison de ces diverses sources d'énergie par le moyen de groupes de transformation continu-alternatif, réversibles.

Le courant triphasé 10 000 volts provenant des usines d'Oullins et du Sardon vient de même s'accoupler au secondaire des deux réseaux principaux.

La Société générale de Force et Lumière dessert des abonnés de toute puissance et de toute catégorie, depuis le petit moteur du passementier ou du tisseur à domicile jusqu'aux services publics de première importance comme : le Chemin de fer de Saint-Georges-de-Commiers à la Mure, la Compagnie des Omnibus et Tramways de Lyon, le Service du pompage des eaux de la ville de Lyon.

En outre, elle distribue de l'éclairage dans plus de 200 communes.

Les recettes de la Société générale de Force et Lumière ont suivi le développement de ses installations et sont mises en évidence dans le tableau suivant :



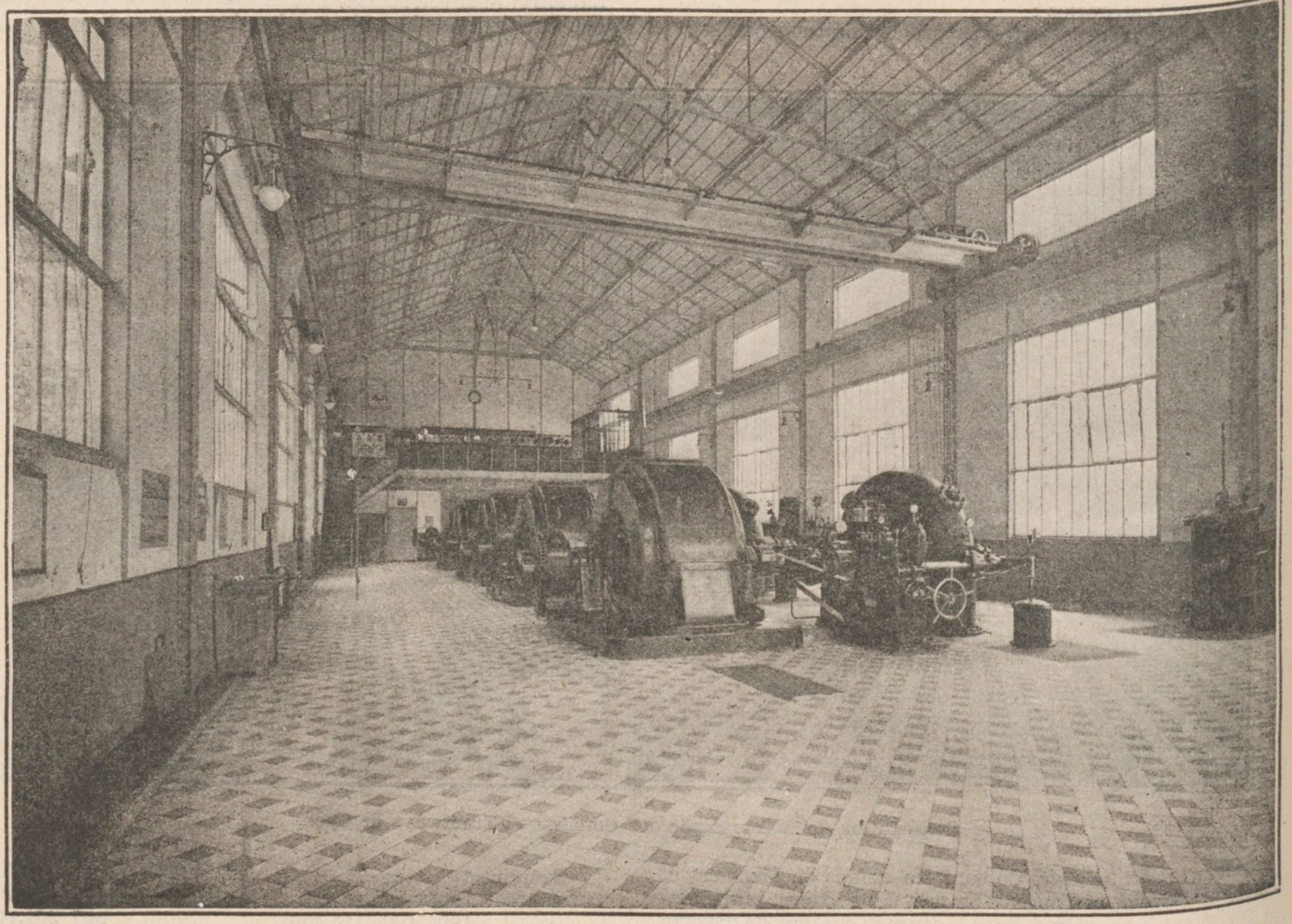
Sous-station de la Compagnie des Omnibus et Tramways de Lyon.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Exercice | 1902 | Fr. | 42 734,15 |
| — | 1903 | » | 135 996,60 |
| — | 1904-1905 (18 mois) | » | 507 261,00 |
| — | 1905-1906 | » | 531 437,35 |
| — | 1906-1907 | » | 1 149 524,60 |
| — | 1907-1908 | » | 1 586 073,66 |
| — | 1908-1909 | » | 1 910 059,04 |
| — | 1909-1910 | » | 2 669 374,97 |
| — | 1910-1911 | » | 3 051 239,02 |
| — | 1911-1912 | » | 3 561 270,20 |
| — | 1912-1913 | » | 3 861 684,45 |
| — | 1913-1914 | » | 4 485 002,24 |
| — | 1914-1915 | » | 3 681 890,75 |
| — | 1915-1916 | » | 5 794 247,54 |
| — | 1916-1917 | » | 8 332 226,65 |
| — | 1917-1918 | » | 9 718 334,32 |
| — | 1918-1919 | » | 9 829 552,62 |
| — | 1919-1920 | » | 11 553 915,00 |
| — | 1920-1921 | » | 17 638 561,96 |

# COMPAGNIE · ÉLECTRIQUE DE LA LOIRE ET DU CENTRE

*SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 60 000 000 FRANCS*

**Siège social : 4, Rue d'Aguesseau, 4 — PARIS (VIII^e)**



Usine de l'Ance du Nord

La Compagnie électrique de la Loire et du Centre a été constituée en 1912 par la fusion de la Société l'Energie électrique du Centre avec la Compagnie électrique de la Loire. Elle a pour objet la production et la distribution de l'énergie électrique et alimente les trois régions industrielles de Saint-Etienne, Roanne et Montluçon.

Cette Société exploite cinq usines hydrauliques situées dans le Massif-Central sur la Loire ou ses affluents, d'une puissance totale de 36 000 chevaux; il convient de citer, tout particulièrement, l'usine de Teillet-Argenty et l'usine de l'Ance du Nord. La première, située sur le Cher à 12 km de Montluçon, comprend un barrage régulateur de 45 m de haut créant une réserve pouvant atteindre 26 000 000 mètres cubes; les conduites forcées de 400 m de longueur alimentent 4 turbines dont la puissance totale est de 10 500 chevaux. La chute de l'Ance du Nord, située dans la Haute-Loire, a été mise en service en 1917 ; elle comprend 5 turbines de 3 700 chevaux fonctionnant sous 144 m de chute.

En outre, la Compagnie s'est assuré, par contrat, une partie de la production d'usines hydrauliques situées

dans les Alpes et appartenant à des Sociétés diverses (Société d'Eclairage et de Force motrice de la Ville de Grenoble, usines de Rioupéroux, Société hydroélectrique de l'Eau d'Olle). La puissance hydraulique mise ainsi à la disposition de la Compagnie et pouvant atteindre 18 000 chevaux est transmise ensuite de Grenoble jusqu'à Saint-Etienne à la tension de 60 000 volts par une ligne de 117 km de longueur, construite par la Société anonyme des Lignes électriques qui la cède à la Compagnie à bail avec droit de rachat. Cette liaison permet au secteur de Saint-Etienne d'utiliser rationnellement l'énergie de bassins hydrauliques de régimes différents et presque complémentaires, les rivières des Alpes ayant leurs hautes eaux en été au moment où les rivières du Massif-Central sont en basses eaux. Cette heureuse compensation a pour effet de réduire au minimum l'appoint thermique nécessaire pour régulariser le courant hydraulique.

Néanmoins, cette Compagnie possède, dans chacune des régions desservies, des réserves thermiques importantes (5 usines d'une puissance totale de 41 000 chevaux); la principale comme équipement, celle de Montaud, située à Saint-Etienne, d'une puissance installée de 26 500 chevaux, comprend notamment deux groupes modernes Brown-Boveri-Parsons de 9 000 chevaux dont le dernier a été mis en service en 1919; elle est dotée, en particulier, d'une chaufferie dernier modèle avec 6 chaudières Babcock type marine, de 354 m², pourvues de surchauffeurs et d'économiseurs. En outre, la Compagnie a passé diverses ententes pour échange d'énergie avec les Compagnies minières des régions qu'elle alimente.

De plus, pour satisfaire aux besoins toujours croissants de sa clientèle, cette Société a entrepris, dans la Haute-Loire, l'aménagement de deux chutes, l'une de 192 m située sur l'Ance du Sud, l'autre de 50 m sur l'Allier. Ces deux chutes alimenteront, chacune, deux groupes de 7 000 chevaux qui seront tous les quatre dans la même usine et seront susceptibles de donner, en période normale, 60 000 000 kilowatts-heure.

La Compagnie électrique de la Loire et du Centre s'est entendue, en outre, avec la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt pour l'aménagement de la Basse-Isère, dans le but d'utiliser la chute de Beaumont-Monteux dont le courant est transmis à Saint-Etienne par une ligne à 120 000 volts; par ce moyen, la Société dispose de 19 000 chevaux (50 000 000 kilowatts-heure annuels).

Au point de vue exploitation, la Compagnie est divisée en trois secteurs autonomes, les secteurs de Saint-Etienne, de Roanne et de Montluçon; les deux premiers sont reliés entre eux par une ligne à 30 000 volts qui permet au secteur roannais d'utiliser les excédents hydrauliques en provenance des Alpes, tout en permettant des échanges d'énergie thermique. De plus, la Société de Transports d'Energie du Centre dans laquelle la Compagnie a des intérêts vient de demander la concession d'une ligne à 120 000 volts qui reliera entre eux les trois secteurs et permettra une meilleure utilisation des excédents produits par les usines de la Compagnie et un secours efficace en cas de défaillance des moyens de production.

La distribution, qui s'étend sur 7 départements (Loire, Haute-Loire, Rhône, Allier, Creuse, Cher et Puy-de-Dôme), a nécessité la création d'un important réseau haute tension et basse tension qui, à l'heure actuelle, a plus de 1 600 km. La distribution n'a cessé de se développer depuis la création de la Société comme le montre le tableau ci-après :

| EXERCICES | NOMBRE D'ABONNÉS | ÉCLAIRAGE Nombre de lampes réduites en unités de 35 watts | FORCE MOTRICE Puissance raccordée en chevaux | ÉNERGIE PRODUITE en kilowatts-heure |
|---|---|---|---|---|
| 1912-1913 | 16 048 | 88 401 | 28 204 | 77 500 000 |
| 1920-1921 | 44 036 | 246 809 | 63 396 | 149 127 206 |

La Société, concessionnaire d'un grand nombre de communes et, en particulier, de Saint-Etienne, Roanne et Firminy, fournit du courant à presque toutes les grandes industries de l'Etat ou privées qui sont dans les régions qu'elle dessert (métallurgie, mines, tissages, etc...); parmi les principaux abonnés, on peut citer: la Manufacture d'Armes de Saint-Etienne, la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, la Société des Fonderies, Forges et Aciéries de Saint-Etienne, les Etablissements Jacob Holtzer, les Compagnies des Forges de Châtillon-Commentry, la Manufacture des Glaces et Produits chimiques de Saint-Gobain (Montluçon), les Papeteries Navarre, la Société Dunlop. Elle alimente, en énergie, des Sociétés de transport en commun telles que la Compagnie des Tramways de Saint-Etienne, les Chemins de fer à Voie étroite de Saint-Etienne, Firminy, Rive-de-Gier, les tramways de Roanne. Enfin, elle vend en gros le courant à d'importantes Sociétés de distribution comme l'Energie industrielle, Lumière et Energie, la Compagnie générale française et continentale d'Eclairage (Moulins), les Compagnies réunies du Gaz et de l'Electricité, la Compagnie électrique du Bourbonnais, la Société d'Electricité de Saint-Chamond. A côté de la grosse industrie, la Compagnie dessert un très grand nombre de petits ateliers parmi lesquels figurent les tissages à domicile qui représentent plus de 12 000 métiers à rubans.

# LA HOUVE

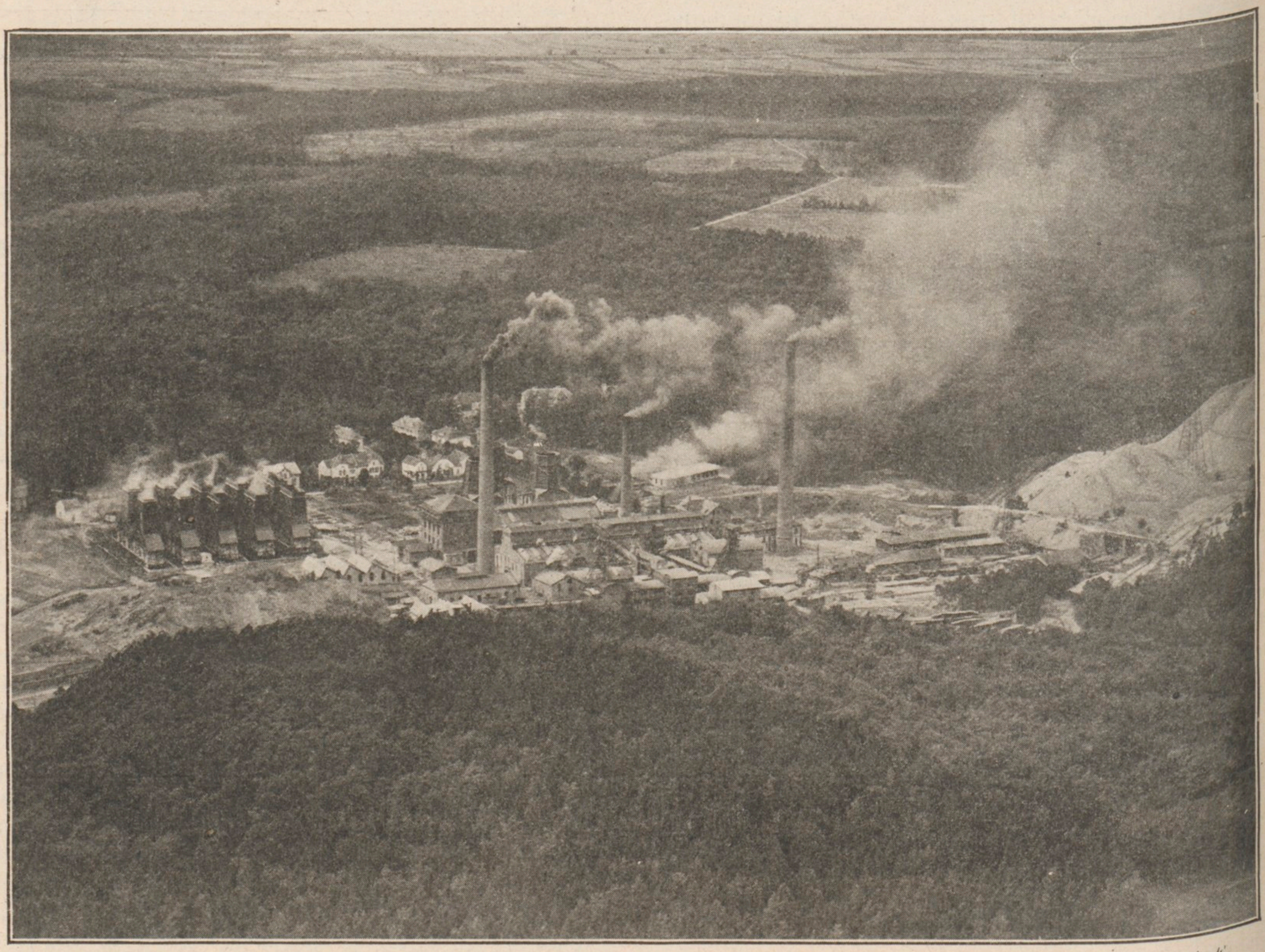
## Société anonyme de Mines et d'Électricité

Capital : 16 000 000 francs

**Siège social : 2, Allée de la Robertsau, STRASBOURG**

1. **Historique**. — La Société de « La Houve » ne fut pas, à son origine, une société d'électricité; ce fut, en effet, pour exploiter, en prolongement du bassin de la Sarre, une concession accordée dès 1856, qu'elle fut fondée en 1895.

Les avantages bien connus de la situation d'une usine génératrice à la source même de la production du combustible engagèrent la Société à transformer complètement, dans le courant de 1911, la petite centrale de 800 kilo-



Cliche C. A. F.

Fig. 1. — Vue de la Centrale électrique de la Société La Houve

Le développement des besoins en énergie électrique de la Lorraine, et principalement de son industrie métallurgique, les possibilités que vinrent offrir les transmissions à haute tension, amenèrent la Société à modifier profondément, au début du vingtième siècle, sa première formule d'exploitation, et à s'intéresser de plus en plus largement à la production et à la distribution de l'électricité.

watts, établie en 1902, pour les besoins de la Mine en une puissante installation destinée à fournir du courant à 65 000 volts. Parallèlement, elle établissait un réseau de distribution qui, partant de cette centrale, s'étendait, à l'Ouest, jusqu'au bassin de Briey, et à l'Est, jusqu'à l'Alsace; en 1914, 10 000 kilowatts étaient déjà installés; un réseau d'un développement total de 480 kilomètres était

en exploitation et l'on pouvait espérer une progression normale de celle-ci.

La guerre devait jeter une profonde perturbation dans la marche de l'entreprise ; parmi les multiples vexations que la Société eut à subir de l'Administration allemande, une des plus dures fut, en effet, la réquisition de la centrale par l'autorité militaire. L'exploitation menée sans aucun souci de la sécurité, causa des accidents extrêmement graves : explosion de la conduite principale de vapeur, explosion d'une turbine et arrêt de l'usine pendant plusieurs semaines. (Juin 1917).

II. **Situation après l'armistice.** — L'armistice et le retour de la Lorraine à la France permirent aux exploitations électriques de la Houve de reprendre le développement interrompu. Des améliorations considérables furent apportées au cours des années 1920 et 1921 aux installations existantes ; ce furent la construction d'une installation de déchargement et mélange de charbon, celle de nouvelles chaudières Babcock à grilles soufflées, permettant l'utilisation rationnelle des poussiers de houille, le montage d'un nouveau groupe de 9 000 kilowatts, et l'augmentation de puissance des différentes sous-stations du réseau.

Le développement de l'exploitation minière de la Houve, le relèvement des usines métallurgiques du bassin de Briey, vinrent en même temps offrir de nouveaux débouchés à la production. En outre, l'établissement des lignes d'Etat Pouxeux-Delle, Vincey-La-

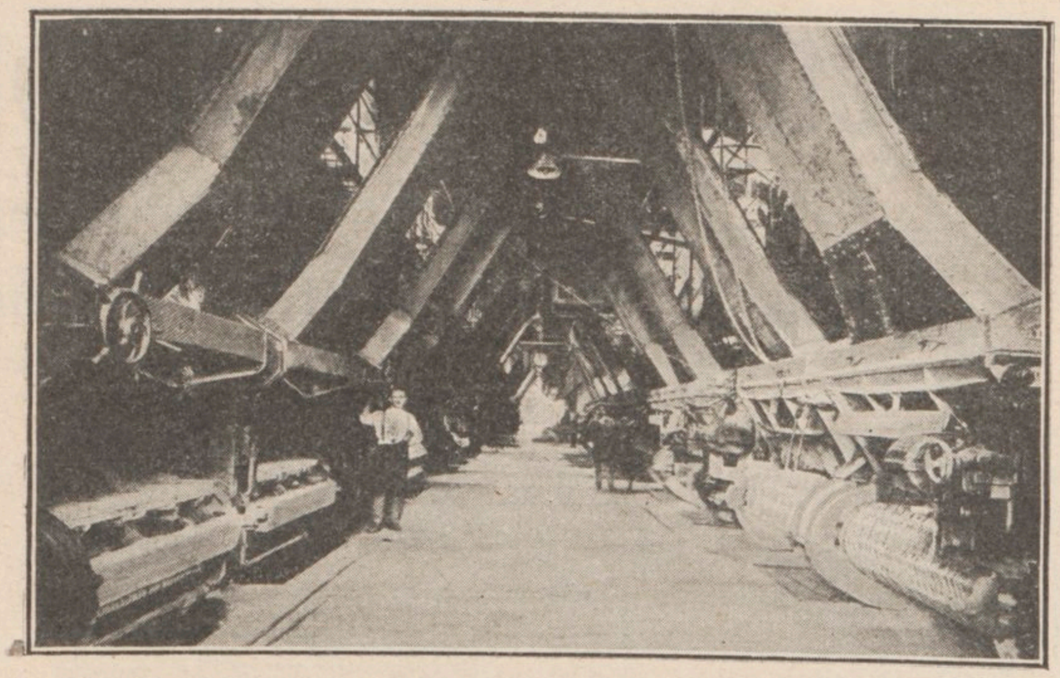


Fig 2. — Rue de chauffe de la Centrale.

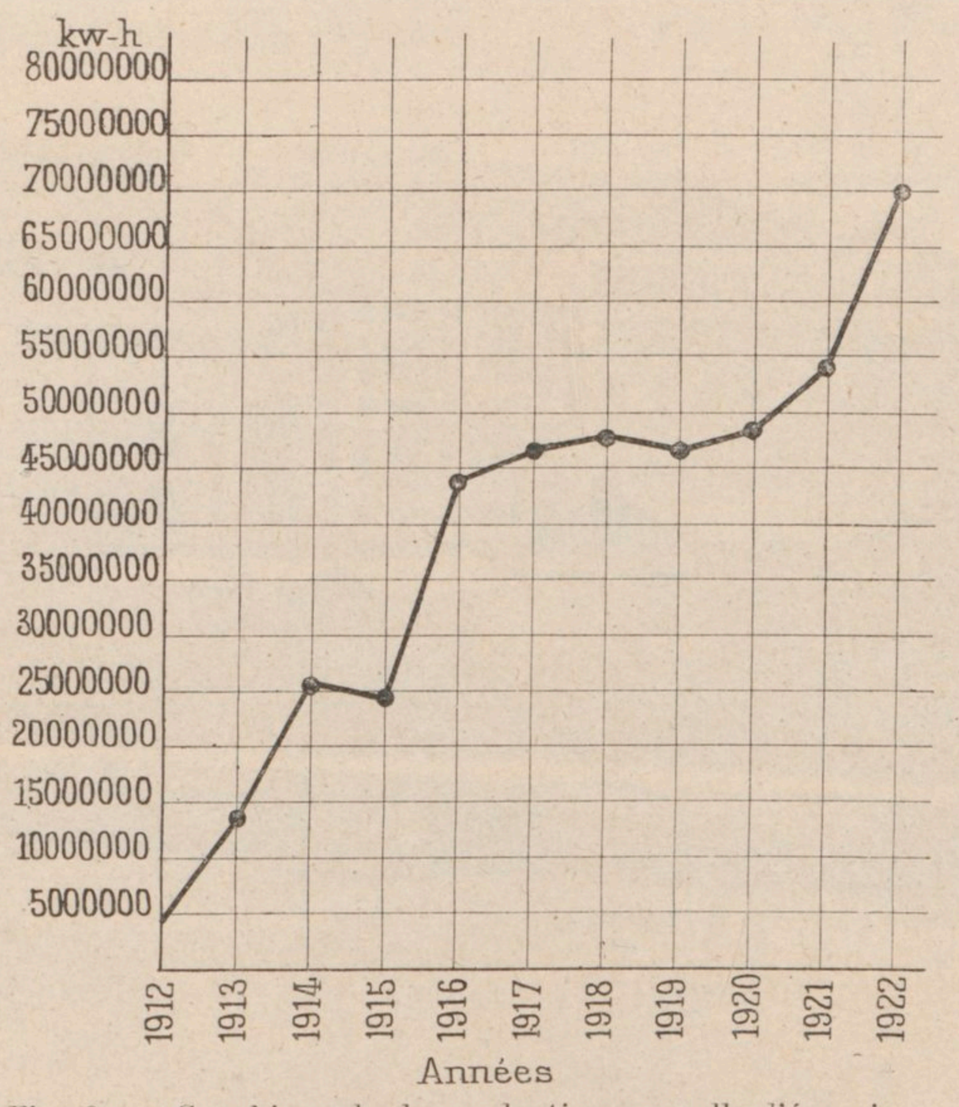



Fig. 3. — Graphique de la production annuelle d'énergie.

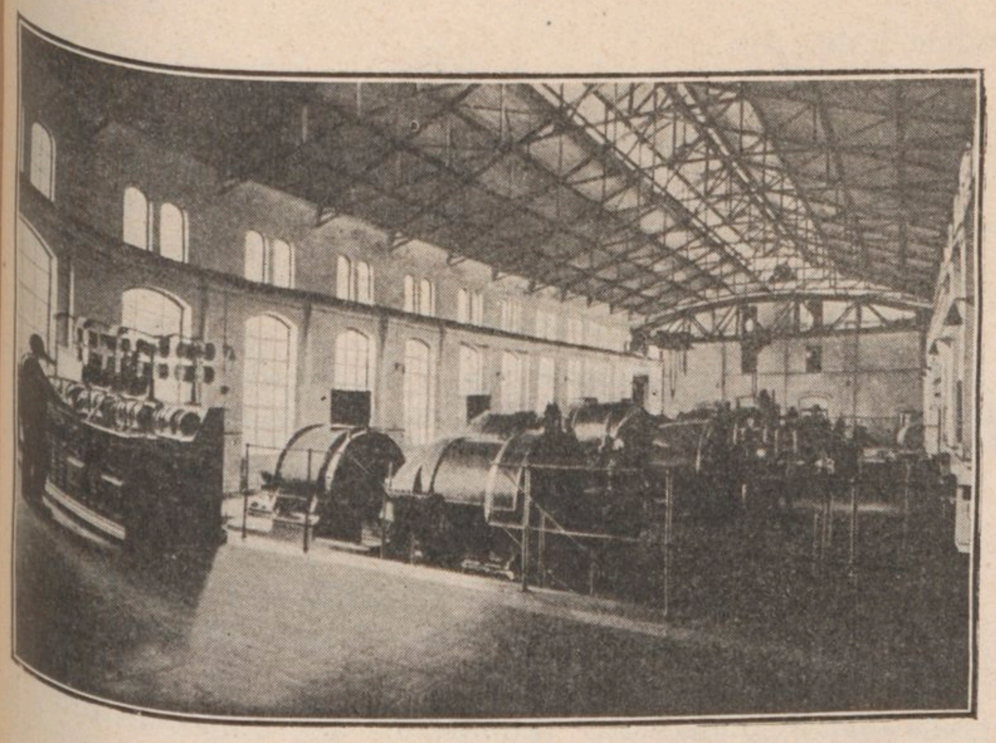


Fig. 4. — Vue de la Salle des Machines.

neuveville assurait l'intercommunication de la centrale de la Houve avec les centrales hydrauliques de Suisse.

A l'heure actuelle, la puissance installée à la station de Creutzwald est de 25 000 kilowatts, avec une production d'énergie d'environ 6 000 000 kilowatts-heure par mois.

Outre l'alimentation générale en énergie du département de la Moselle et les fournitures partielles aux régions limitrophes (Bas-Rhin, Sarre, Luxembourg), la Houve compte une clientèle industrielle importante dans le bassin de Briey. Enfin, la construction d'une ligne à 70 000 v franchissant les Vosges, permettra des échanges importants d'énergie avec la région de Colmar et de Mulhouse.

III. **Relations avec les sociétés voisines.** — Indépendamment de son exploitation propre tant houillère qu'électrique, la Houve s'est intéressée à plusieurs sociétés de distribution d'énergie électrique de la région de l'Est, et a, notamment, pris une part prépondérante dans la « Société alsacienne et lorraine d'Electricité », à laquelle elle a, au début de 1922, vendu ses réseaux à haute tension.

On voit donc l'importance de la place que s'est acquise La Houve dans la Région industrielle de Lorraine et d'Alsace, et la contribution considérable apportée par elle à l'activité et au développement des départements recouvrés.

# SOCIÉTÉ ÉLECTRIQUE DU NORD-OUEST

**Société anonyme au Capital de 15 000 000 francs**

**SIÈGE SOCIAL : 53, rue de Châteaudun, PARIS**

La Société électrique du Nord-Ouest, fondée le 24 juin 1919, étend sa zone d'action sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, de l'Oise, de la Somme et de la Seine-Inférieure.

Elle produit, transmet, distribue l'énergie électrique, soit par elle-même, soit par l'intermédiaire de Sociétés affiliées.

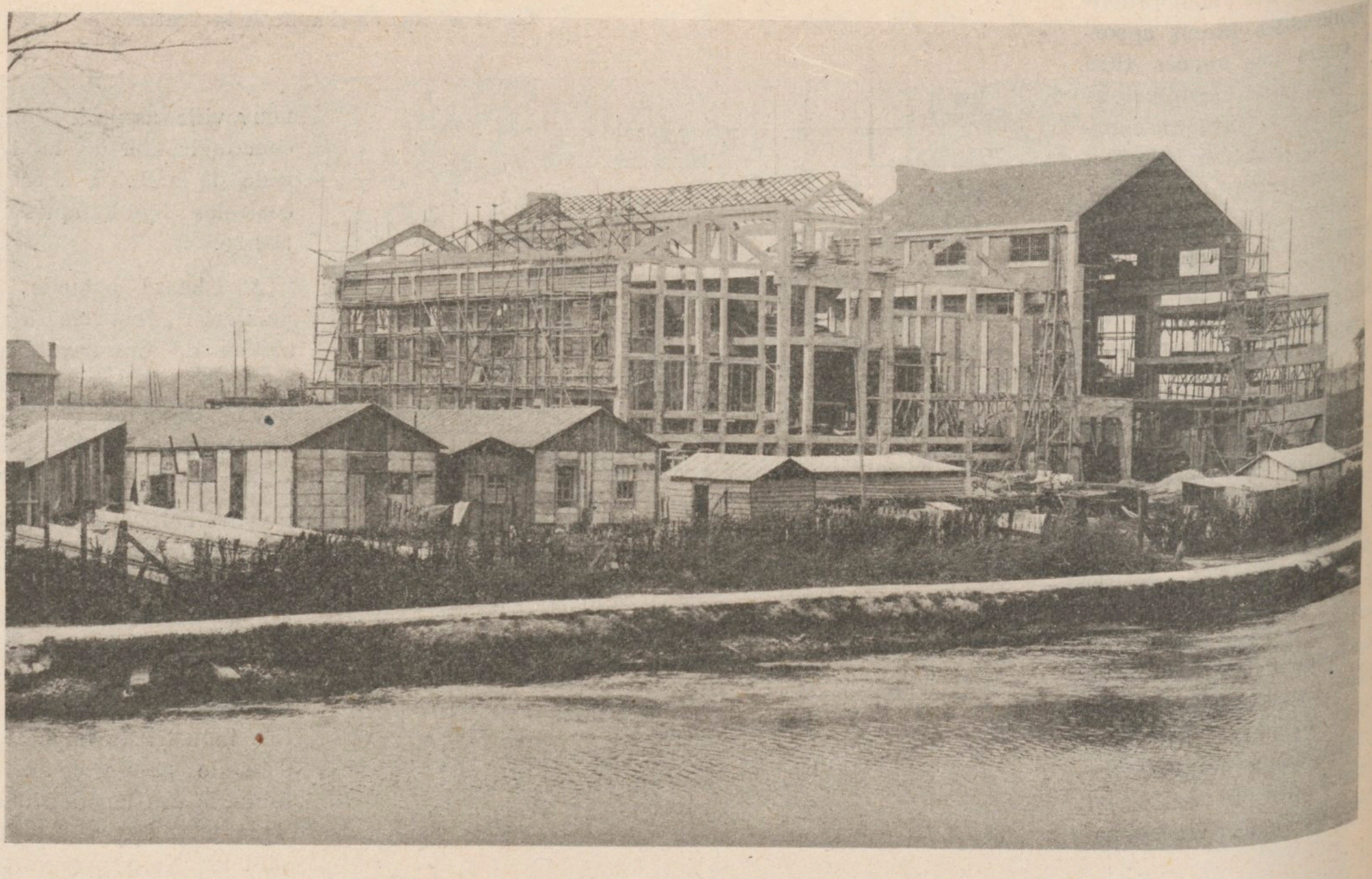


Fig. 1. — Vue de la Centrale d'Abbeville.

**Son origine.** — Avant guerre, les principales Sociétés d'Energie électrique existant dans la zone d'action de la Société électrique du Nord-Ouest étaient les suivantes :

La Société béthunoise d'Eclairage et d'Energie qui achetait son énergie à la centrale électrique des Mines de Bruay située à Gosnay et la distribuait dans la région de Béthune, Saint-Pol, Saint-Quentin, Hazebrouck.

La Société artésienne de Force et de Lumière qui était alimentée par la Centrale des Mines de Béthune à Bully. Son réseau de distribution desservait Arras et les environs et remontait vers Nœux; par le rachat de la Société d'Energie électrique de la Somme et de la Compagnie d'Electricité d'Amiens, par les intérêts pris dans la Société d'Electricité de Picardie, elle a étendue sa zone d'action autour d'Amiens et jusqu'à Abbeville et le Tréport.

Dès l'armistice, ces trois Sociétés d'Electricité étudièrent avec les Compagnies minières du Pas-de-Calais, productrices d'énergie électrique, un programme général d'électrification de la Région Nord-Ouest de la France. D'accord avec ces dernières, elles conçurent le projet de constituer une Société spéciale à l'effet de centraliser, en un organisme unique, des éléments qui jusqu'alors fonctionnaient isolément, d'utiliser au maximum l'énergie produite par les centrales des Mines ou des Sociétés métallurgiques de la région et de réduire le prix d'établissement des lignes de transmission.

Telle fut l'origine de la Société électrique du Nord-Ouest.

**Ses sources d'énergie.** — Les sources de production d'énergie sont les Centrales suivantes :

Centrales n'appartenant pas à la Société électrique du Nord-Ouest, mais avec lesquelles elle a des contrats de fourniture.

Centrale de *Bully* (Compagnie des Mines de Béthune), 22 000 kw ;

Centrale de *Beuvry* (Compagnie des Mines Vicoigne, Nœux et Drocourt), 32 000 kw, dont 20 000 kw actuellement installés.

Centrale de *Labuissière* (Compagnie des Mines de Bruay), 19 000 kw (actuellement installés).

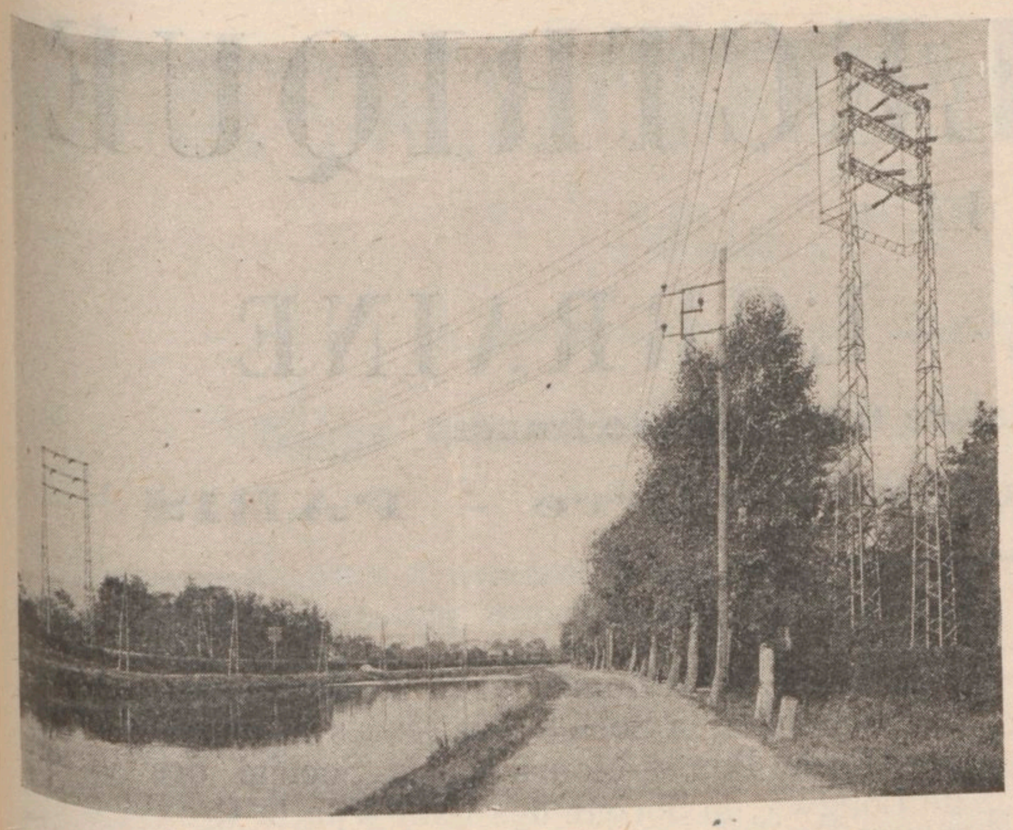


Fig. 2. — Traversée de la ligne à 110 000 v de Saint-Omer à Calais.

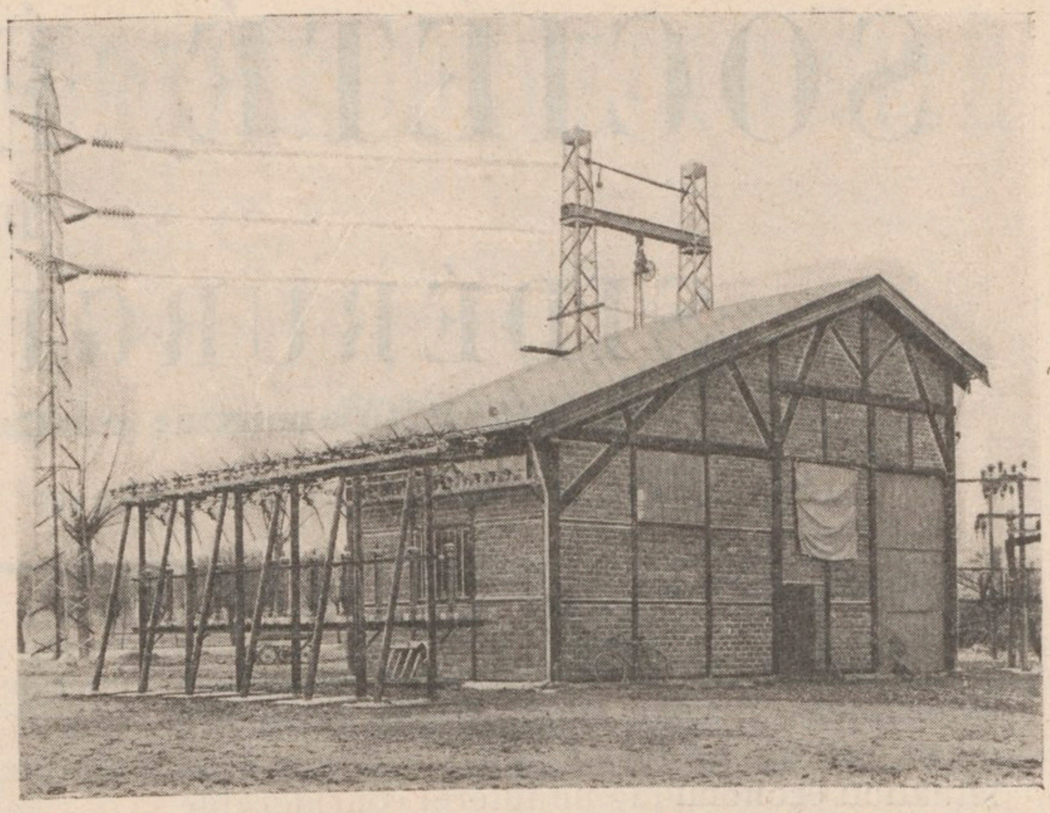


Fig. 3. — Poste provisoire de Holque à 45 000 volts.

Centrale de *Marles* (Compagnie des Mines de Marles), en projet.

Centrale d'*Isbergues* (Société des Aciéries de France), environ 17 000 kw (installés).

Centrale de *Calais* (Société des Aciéries de France), environ 2 000 kw (installés).

Centrales appartenant à la Société électrique du Nord-Ouest.

Centrale d'*Amiens*, 4 500 kw (installés).

Centrale d'*Abbeville*, 22 000 kw (installés), en construction.

**Son réseau.** — De ces Centrales rayonnent de grandes artères de transmission de 45 000 ou 90 000 volts dont les principales sont les lignes :

*Beuvry-Gosnay*, en exploitation.

*Gosnay-Hazebrouck - Holque*, en exploitation.

*Holque-Calais*, en exploitation.

*Gosnay - Saint - Omer - Holque*, en exploitation.

*Holque-Dunkerque*, en exploitation.

*Calais-Boulogne*, prochainement en service.

*Boulogne - Montreuil-Abbeville*, en construction.

*Bully - Arras - Amiens*, en exploitation.

*Amiens-Abbeville*, en construction.

Ces artères alimentent les réseaux de distribution à 5 000, 15 000 ou 26 000 volts appartenant aux sociétés de distribution fondatrices ou affiliées.

**Son développement.** — Les tableaux ci-joints indiquent, par se mestre, du 1er juillet 1920 au 1er juillet 1922, les augmentations de longueur des lignes exploitées et les nombres de kilowatts-heure transmis ou débités par la Société. Ceux-ci ont suivi une progression continue au fur et à mesure de l'extension des grandes lignes de transmission.

### Progression semestrielle du réseau.

1er juillet 1920-1er janvier 1921, 100 km.
1er janvier 1921-1er juillet 1921, 140 km.
1er juillet 1921-1er janvier 1922, 190 km.
1er janvier 1922-1er juillet 1922, 300 km.

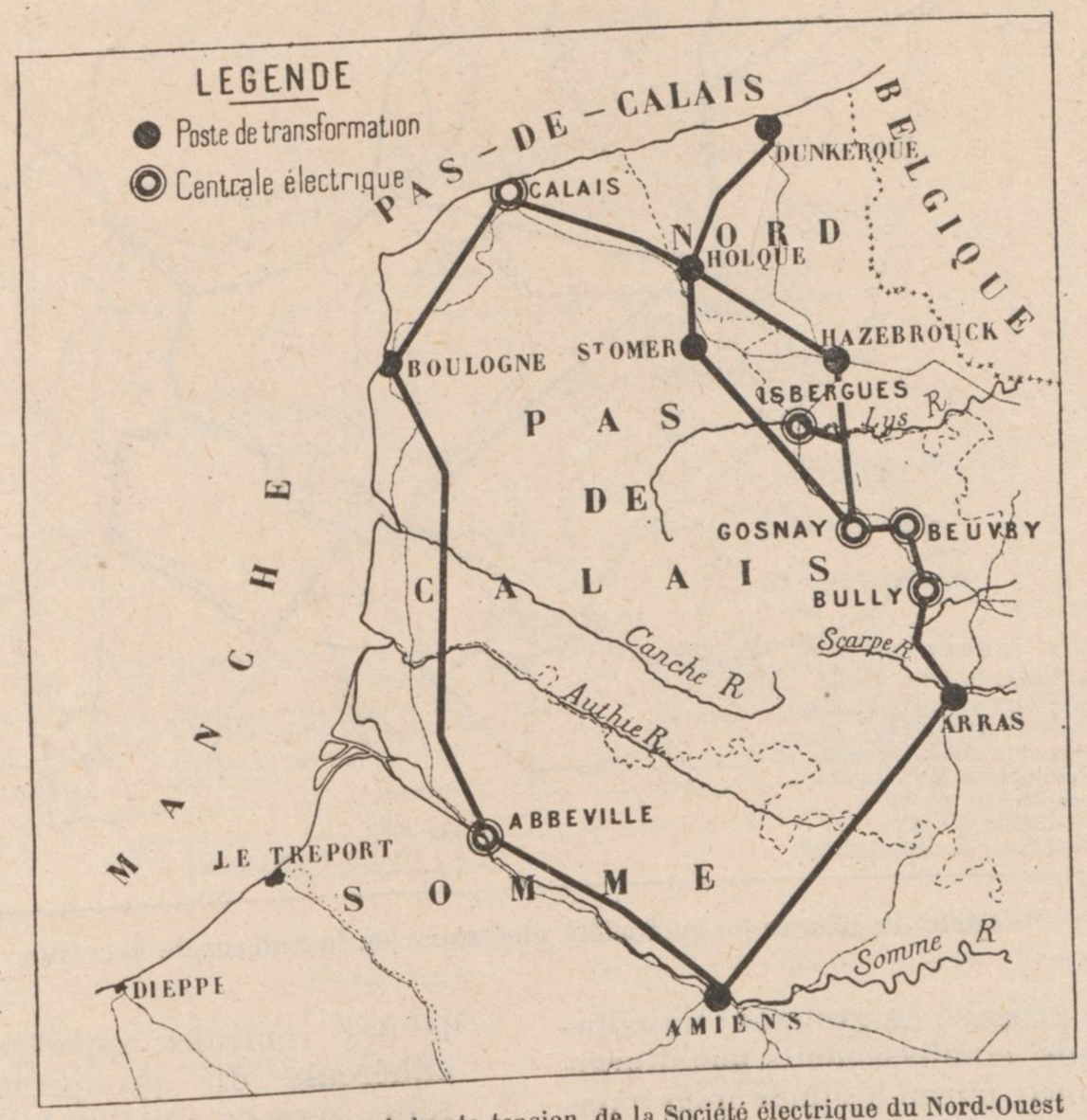



Fig. 4. — Plan du réseau à haute tension de la Société électrique du Nord-Ouest 100 000 volts et 45 000 volts.

### Nombre de kilowatts-heure débités.

1er juillet 1920-1er janvier 1921, 17 354 524.

1er janvier 1921-1er juillet 1921, 19 558 183.

1er juillet 1921-1er janvier 1922, 31 433 001.

1er janvier 1922-1er juillet 1922, 45 208 652.

Si l'on tient compte des difficultés d'ordre technique, administratif ou financier, qui sont le lot inévitable de toute Société électrique nouvelle, cette progression constante est un augure très favorable pour le développement futur de la Société électrique du Nord-Ouest.

# SOCIÉTÉ ÉLECTRIQUE
## DE LA
# SIDÉRURGIE LORRAINE

**Société anonyme au Capital de 8 Millions de francs**

**Siège social : 5, Rue Jules-Lefèbvre – PARIS**

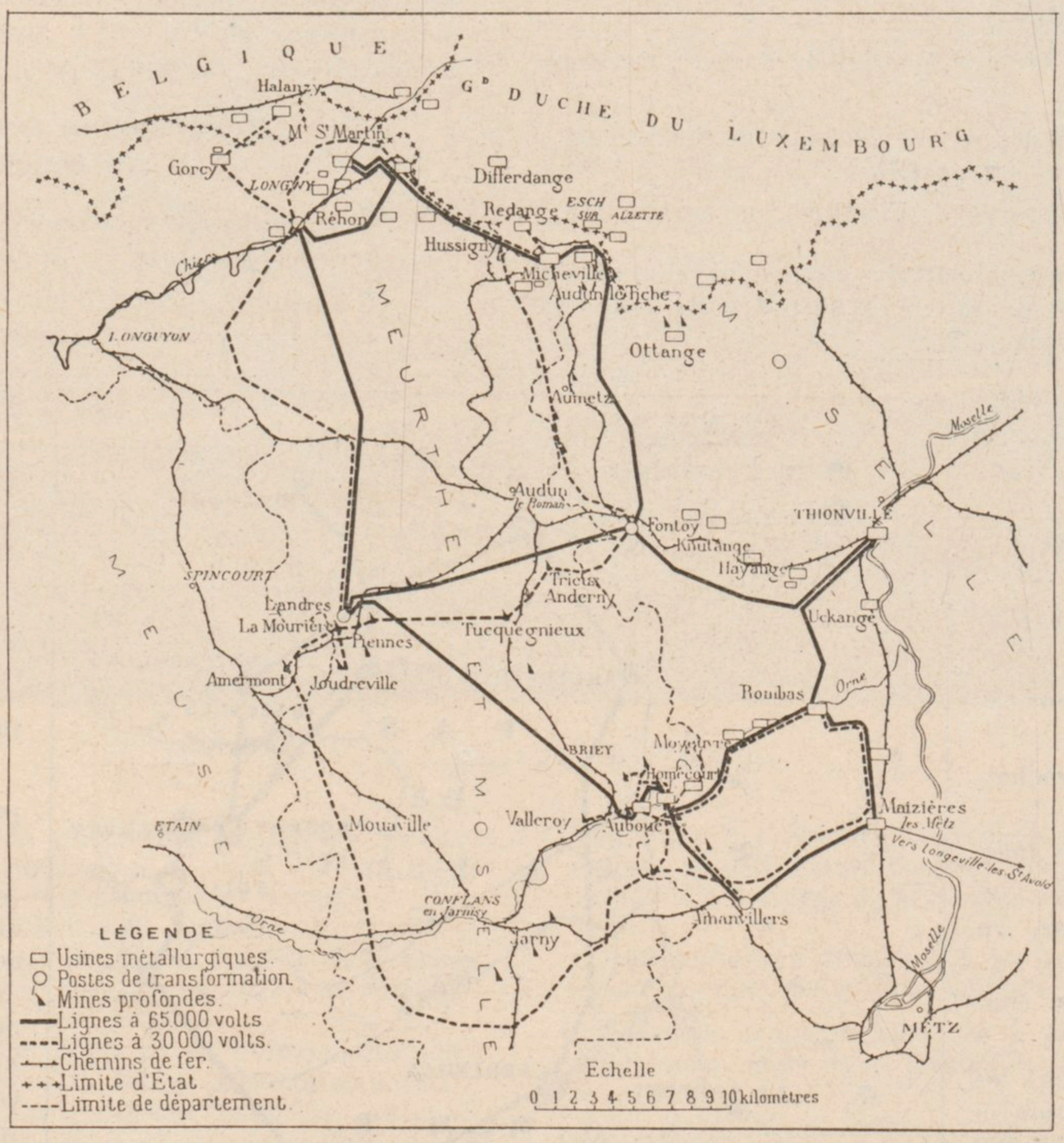
L'utilisation aussi complète que possible de l'énergie calorifique du coke employé par l'industrie sidérurgique est un problème qui emprunte à la présente situation économique un intérêt considérable.

Dans l'état actuel de la technique, le gaz rendu disponible par la production d'une tonne de fonte peut fournir 360 kilowatts-heure sous forme d'énergie électrique utilisable.

Les usines métallurgiques se sont progressivement équipées pour récupérer, soit au profit de leurs installations intérieures, soit pour la vente à des tiers, l'énergie contenue dans le gaz et qui, autrefois, se perdait dans l'atmosphère.

Mais, comme on n'a pas trouvé jusqu'ici le moyen d'accumuler, d'une façon économique et pratique, les disponibilités d'énergie des gaz de hauts fourneaux, il arrive qu'une usine métallurgique, si elle ne peut pas exporter cette énergie, soit amenée à perdre une grande partie de ses gaz, faute d'utilisation au moment même de leur émission.

La liaison des centrales métallurgiques entre elles permettra donc de rendre disponible une quantité importante d'énergie.




Carte du Réseau de la Société électrique de la Sidérurgie lorraine.

Tel est le but que la **Société électrique de la Sidérurgie lorraine**, fondée en 1920, s'est proposé en groupant un nombre important des grands établissements métallurgivues de l'Est de la France, parmi lesquels nous pouqons citer : la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, la Société des Aciéries de Micheville, la Société des Hauts Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson, la Société des Aciéries de Longwy, la Société des Usines de la Providence, les Aciéries de Rombas, etc... Le bassin lorrain contient un nombre assez grand de mines profondes qui utilisent une énergie importante et dont un grand nombre appartiennent, d'ailleurs, aux mêmes sociétés que les établissements sidérurgiques. Si nous ajoutons que ces derniers, ainsi que les mines du bassin lorrain, ont été complètement saccagés par les Allemands, on comprendra que le moment soit particulièrement bien choisi pour lier leur reconstruction à un projet d'ensemble.

Le réseau prévu, qui fait l'objet de demandes de concessions actuellement à l'enquête, comportera une boucle à 65 000 volts, à laquelle seront reliées directement les grosses centrales métallurgiques, et des lignes secondaires à 30 000 volts desservant les centrales de moindre importance, les mines et autres clients éventuels. Une liaison est prévue avec le réseau d'État, sans préjudice des liaisons directes qui pourraient être reconnues avantageuses avec les réseaux voisins de distribution.

La puissance globale des centrales appartenant, dès maintenant, aux adhérents du groupement de la Sidérurgie lorraine, sera de 120 000 kilowatts, lorsque ces centrales seront entièrement reconstituées.

# SOCIÉTÉ ALSACIENNE & LORRAINE D'ELECTRICITÉ

## dite "S. A. L. E. C."

**Société anonyme au Capital de 30 Millions de francs.**

**Siège administratif : 5, rue Herder, 5 — STRASBOURG**

L'armistice trouvait en Alsace-Lorraine un certain nombre de Sociétés de distribution d'énergie électrique sous le contrôle de groupes étrangers. Ce fut dans le but principal de reprendre des secteurs de ces Sociétés que fut fondée, en 1919, la **Société alsacienne et lorraine de Constructions électriques** dite "**S.A.L.E.C**". Celle-ci fut constituée par les principaux producteurs et distributeurs d'énergie de la région (Electricité de Strasbourg, Forces motrices du Haut-Rhin, Station électrique de Millery, La Houve, Ville de Metz, etc.) avec le concours des banques locales et de puissantes maisons spécialisées dans la construction électrique (Thomson Houston, Société alsacienne de Constructions mécaniques, etc., etc.).

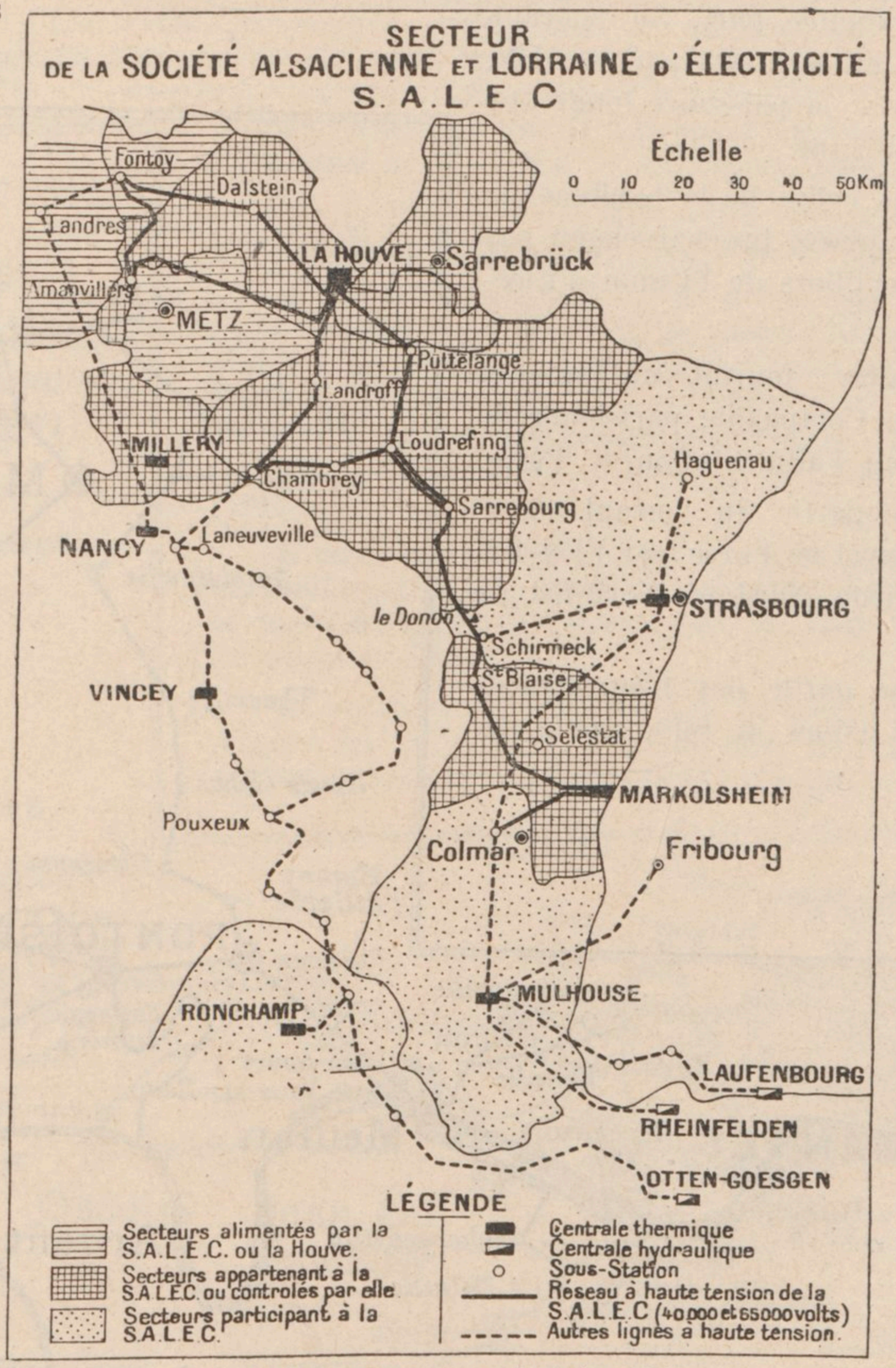
La Société se développa rapidement, le capital passant successivement de 1 000 000 à 11 750 000 francs, en 1921, et, enfin, à 30 000 000 francs au début de 1922.

Dès la fin de 1920, en effet, "S. A. L. E. C." acquérait le contrôle des Sociétés « Forces électriques alsaciennes » et « Forces électriques lorraines » qui lui apportaient, l'une son secteur de Moyenne-Alsace, l'autre les réseaux de distribution d'énergie électrique de la majeure partie de la Moselle.

En 1921, "S. A. L. E. C." acquérait le contrôle du secteur sarrois, de l'ancienne Société de Distribution de Sarrebruck, puis de ses extensions dans la région de Sarreguemines constituant actuellement la « Société lorraine de Distribution de Gaz et d'Electricité.

Depuis 1922, elle vient d'acquérir dans la région de Nancy, le contrôle de la « Station électrique de Millery » (secteur et centrale), et d'absorber, en outre, dans les territoires désannexés, les « Forces électriques alsaciennes » et les « Forces électriques lorraines » dont elle avait déjà le contrôle.

Mais l'opération la plus large que devait réaliser "S.A.L.E.C." était, au début de 1922, l'achat du réseau de distribution à haute tension de La HOUVE, achat qui, lui permettant de quitter le domaine des distributions locales pour aborder celui des transmissions d'énergie à grandes distances, faisait de "S.A.L.E.C." un des groupes les plus puissants de la région de l'Est. Vers l'Ouest, en effet, l'ancien réseau de La HOUVE atteint les régions métallurgiques de Briey et de Metz-Thionville; vers le Sud-Ouest, il est en liaison avec les réseaux de l'ancienne France et par eux avec les usines hydrauliques suisses; vers le Sud-Est, enfin, une ligne nouvelle est en construction qui, joignant la sous-station de Sarrebourg aux « Forces électriques alsaciennes » et à l' « Electricité de Strasbourg », permettra, dans l'avenir, d'assurer une liaison nouvelle avec la Suisse et le Rhin.




Carte de la Société alsacienne et lorraine d'Electricité.

### Situation actuelle :

1° 460 km de lignes à haute tension (40 000 et surtout 65 000 v.).

2° 1 070 km de réseau moyenne tension (10 500 à 18 000 v.).

3° Un réseau étendu de lignes ou câbles à basse tension permettant l'alimentation intérieure de plus de 200 communes en Lorraine et 70 en Alsace.

Indépendamment de ses propres usines, "S.A.L.E.C." s'est assuré le concours de l'importante centrale des Mines de La HOUVE qui lui fournit actuellement une partie de l'énergie nécessaire à ses secteurs. Les connexions existantes avec les grands producteurs voisins, avec les Centrales à gaz du Bassin métallurgique de Briey et avec les usines hydrauliques suisses peuvent, par ailleurs, assurer à "S.A.L.E.C." les liaisons de secours éventuellement nécessaires.

Le débit total de "S.A.L.E.C." et de ses filiales pour l'année 1923 dépassera certainement 80 000 000 kilowatts-heure.

# LE TRIPHASÉ

## (NORD-LUMIÈRE)

Société anonyme au Capital de 20 000 000 francs

53, Rue des Dames, PARIS

Le Triphasé (Nord-Lumière), Société anonyme au capital de 20 000 000 francs, 53, rue des Dames, à Paris, a été constitué à la fin du siècle dernier.

Cette Société exploite, à Asnières (Seine), une usine électrique produisant, d'une part, du courant triphasé à la fréquence de 25 périodes par seconde et à la tension de 5 500 volts et, d'autre part, du courant diphasé à la fréquence de 42 périodes par seconde et à la tension de 12 500 volts ; la puissance totale des machines est de 55 000 kilowatts.

Cette usine, comme toutes celles de la banlieue de Paris, est destinée à être remplacée prochainement par la grande Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Electricité.

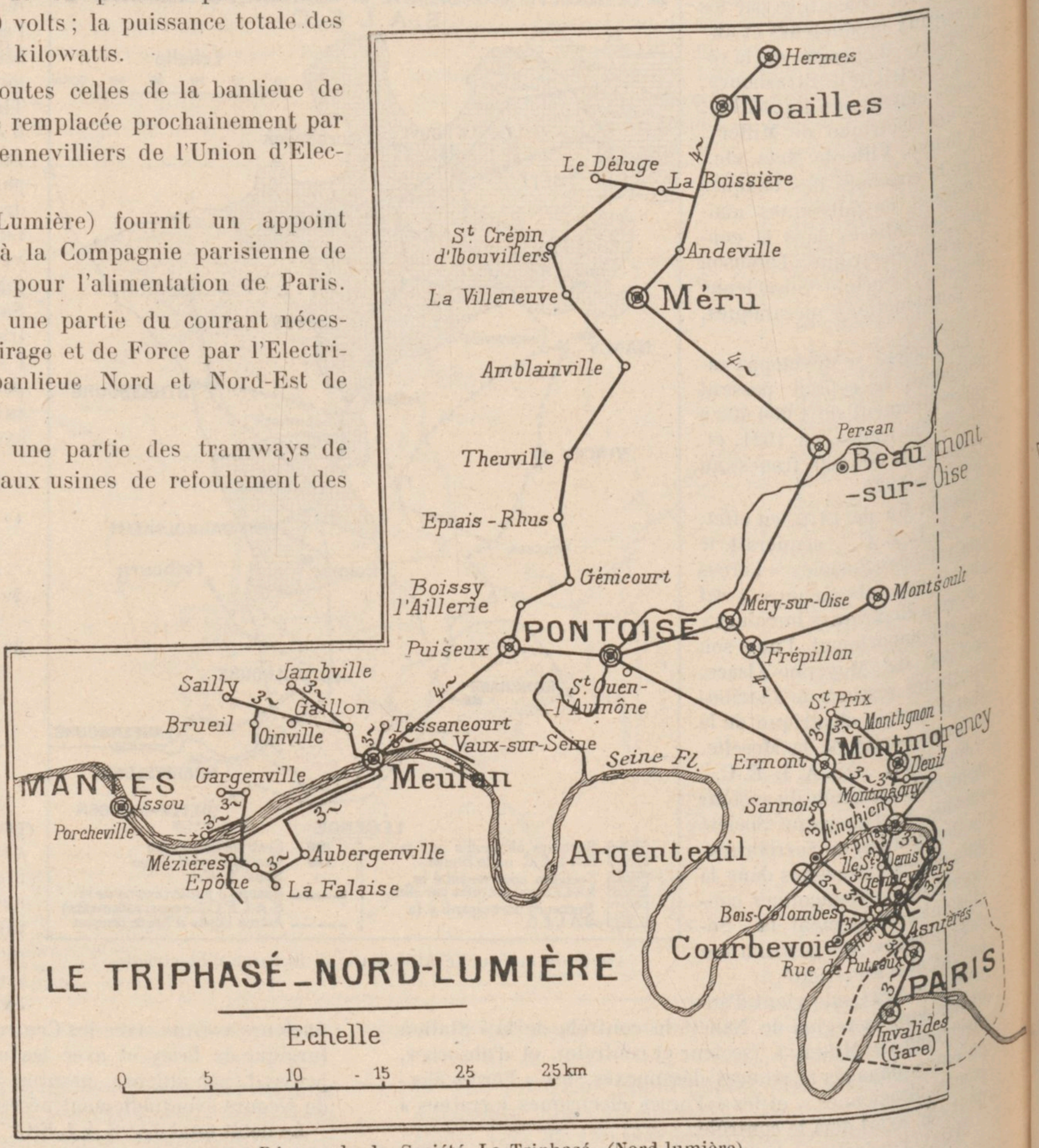
Le Triphasé (Nord-Lumière) fournit un appoint important de puissance à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité pour l'alimentation de Paris.

Il fournit, en outre, une partie du courant nécessaire à la Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité, qui alimente la banlieue Nord et Nord-Est de Paris.

Il fournit l'énergie à une partie des tramways de Paris et de la banlieue, aux usines de refoulement des eaux d'égout, etc...

Enfin, il assure la distribution d'électricité dans le secteur représenté sur la carte ci-contre et dont les points principaux sont : le groupe de Clichy, Asnières, Courbevoie, Gennevilliers, Argenteuil ; le groupe de Persan-Beaumont et le groupe de Meulan.

La puissance développée à l'usine du Triphasé a atteint jusqu'à 40 000 kilowatts ; le nombre de kilowatts-heure que fournit annuellement l'usine est de l'ordre de 80 000 000.




Réseau de la Société Le Triphasé. (Nord-lumière)

# Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité

## à PARIS

Société anonyme au Capital de 10 000 000 francs

26, Rue Laffitte, PARIS

La **Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité à Paris** a été fondée en 1890 pour exploiter le « Secteur électrique » dont la Ville de Paris venait d'attribuer la concession et pour y appliquer notamment, à la suite des célèbres expériences de transmission d'énergie entre Creil et Paris, les procédés de M. Marcel Deprez, qui sont l'origine des distributions d'énergie à grande distance.

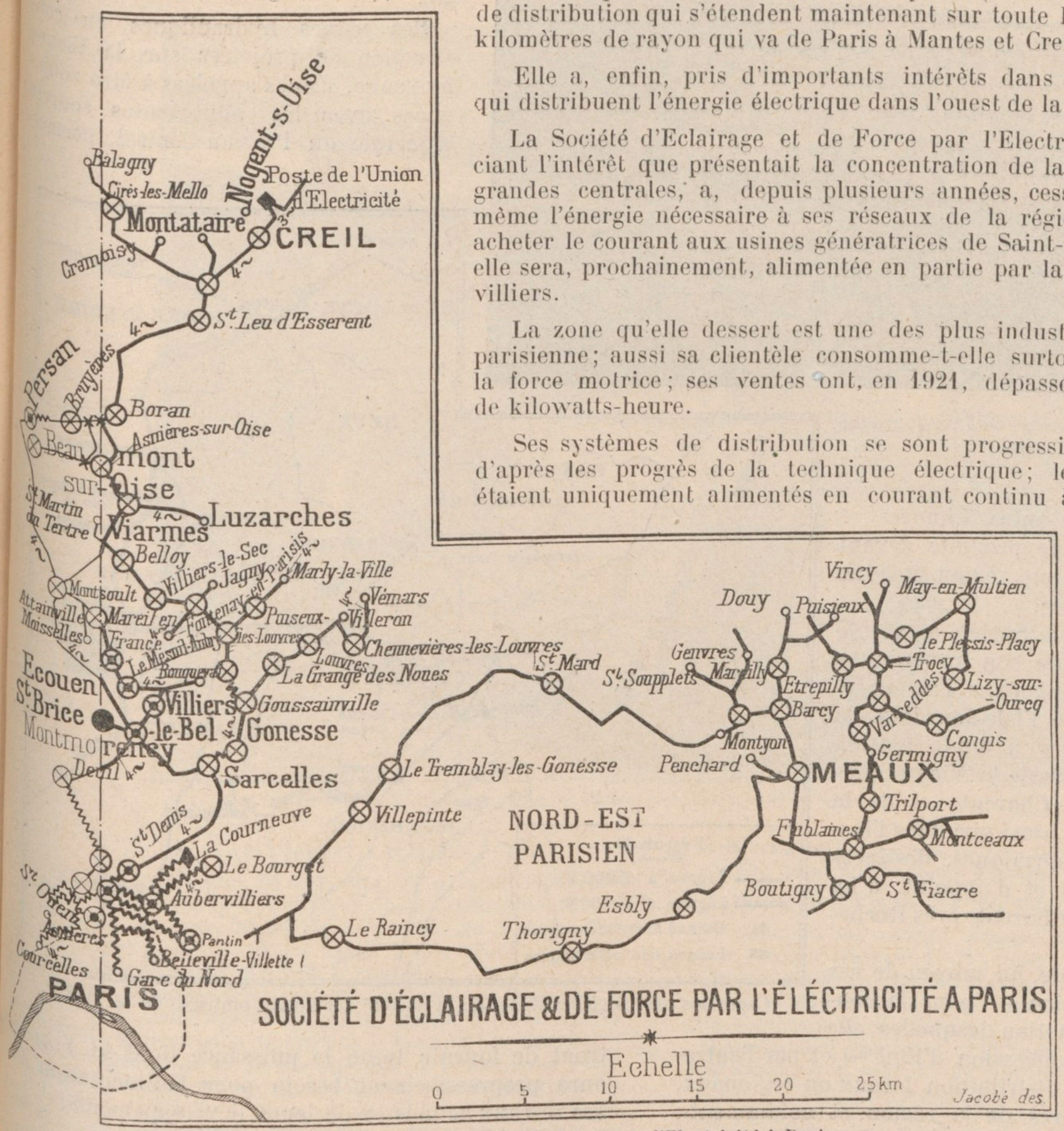
En même temps qu'elle exploitait son secteur parisien, englobé depuis 1914 dans le réseau de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, la Société créait dans la banlieue Nord de Paris des réseaux qui desservent toutes les communes importantes de cette région (Saint-Denis, Saint-Ouen, Aubervilliers, Pantin, La Courneuve, Le Bourget, etc...); elle créait, d'autre part, en commun avec le Triphasé (Nord-Lumière), des réseaux de distribution qui s'étendent maintenant sur toute la zone de cinquante kilomètres de rayon qui va de Paris à Mantes et Creil.

Elle a, enfin, pris d'importants intérêts dans diverses entreprises qui distribuent l'énergie électrique dans l'ouest de la France.

La Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité à Paris, appréciant l'intérêt que présentait la concentration de la production dans de grandes centrales, a, depuis plusieurs années, cessé de produire elle même l'énergie nécessaire à ses réseaux de la région parisienne, pour acheter le courant aux usines génératrices de Saint-Denis et d'Asnières ; elle sera, prochainement, alimentée en partie par la Centrale de Gennevilliers.

La zone qu'elle dessert est une des plus industrielles de la région parisienne; aussi sa clientèle consomme-t-elle surtout du courant pour la force motrice ; ses ventes ont, en 1921, dépassé cinquante millions de kilowatts-heure.

Ses systèmes de distribution se sont progressivement transformés d'après les progrès de la technique électrique; les premiers réseaux étaient uniquement alimentés en courant continu à 110 volts; au fur et à mesure de la mise au point des inventions qui font de M. Maurice Leblanc l'une des gloires de la science électrique, la Société en faisait application dans ses installations ; ses réseaux sont tous maintenant, ou seront à très bref délai, alimentés en courant alternatif à cinquante périodes par seconde et pour la plus grande partie en courant triphasé sous les tensions normales recommandées par le Ministère des Travaux publics.



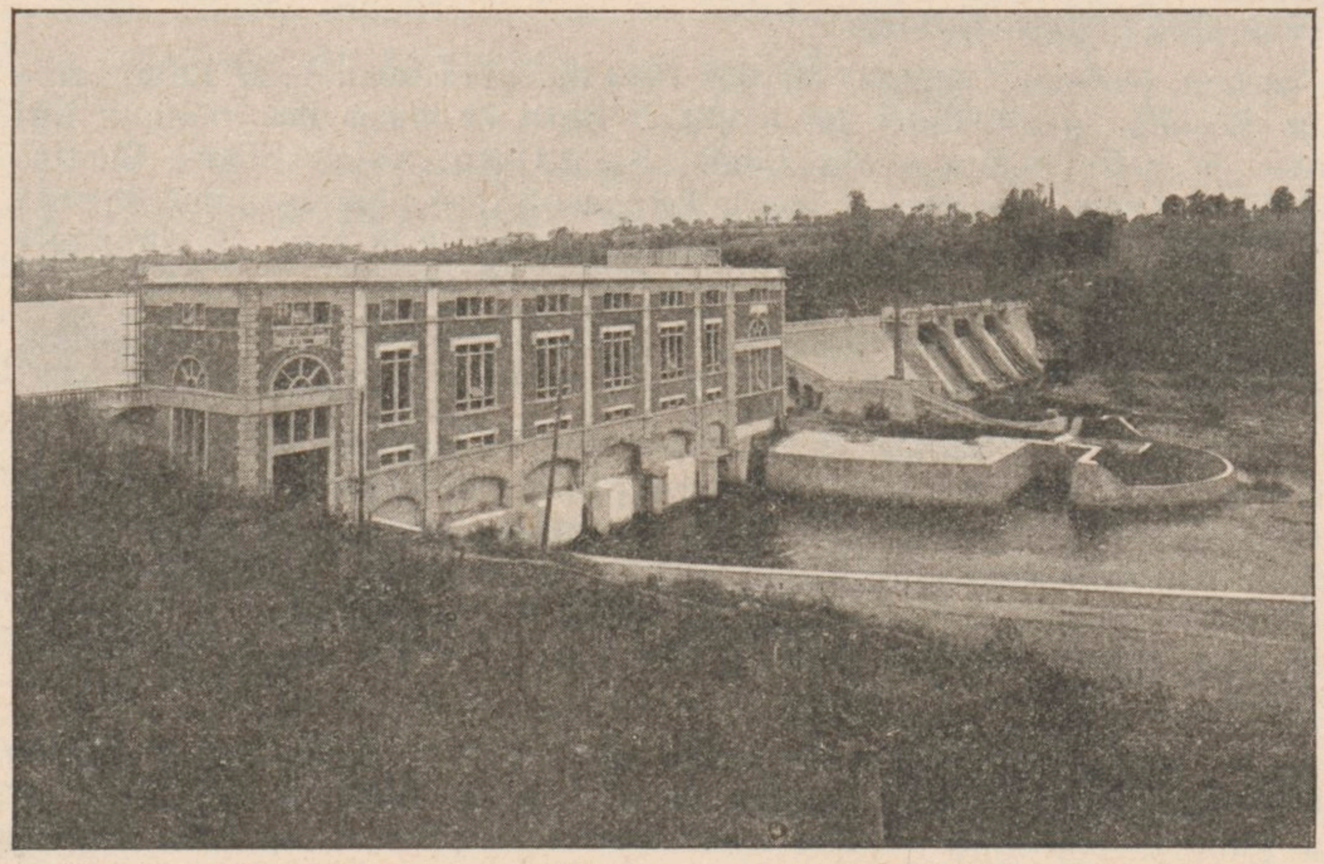

Réseau de la Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité à Paris.

# Société des Forces Motrices de la Vienne

**Société anonyme au Capital de 12 500 000 francs.**

**Siège social : 16, Rue de la Pépinière, PARIS (8e)**

La **Société des Forces motrices de la Vienne** a été constituée en 1914, en vue de l'aménagement hydraulique de la Vienne dans la partie de son cours comprise entre Limoges et Châtellerault, l'énergie produite devant être distribuée dans une région étendue de l'Ouest de la France.



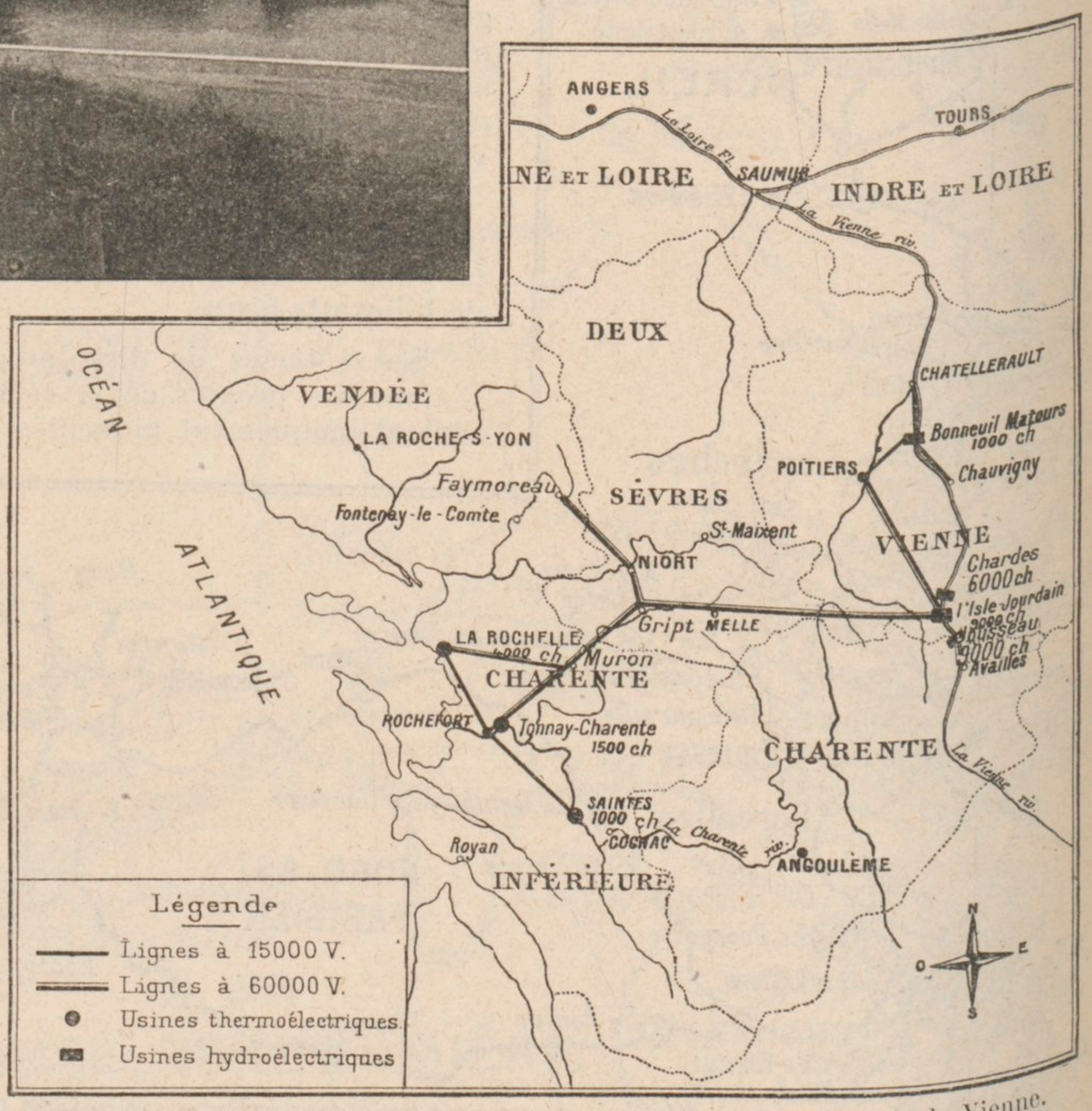
Vue de l'usine et du barrage de l'Isle-Jourdain prise de l'aval.

A l'heure actuelle, la Société a exécuté la première partie de son programme consistant notamment dans l'aménagement de la chute de l'Isle-Jourdain, la construction d'artères à haute tension dans les départements de la Vienne, des Deux-Sèvres, de la Charente et de la Charente-Inférieure, ainsi que dans l'installation d'usines thermiques, destinées à servir de secours et d'appoint, à La Rochelle, à Tonnay-Charente près Rochefort et à Saintes.

La Société alimente au moyen de ses lignes à haute tension — pour la construction et l'exploitation desquelles elle est titulaire d'une concession d'Etat — et par l'entremise de réseaux de distribution locaux ou régionaux, les principaux centres de la région, et notamment : Poitiers, Châtellerault, Montmorillon, Confolens, Ruffec, Cognac, Saintes, Rochefort, La Rochelle, La Pallice et Niort.

Le réseau de la Société des Forces motrices de la Vienne est relié à l'usine thermique de Faymoreau (Vendée), établie au siège même des mines de houille de cette localité, afin de procéder avec cette usine à des échanges d'énergie.

Des usines hydrauliques en construction ou projetées sur la Vienne moyenne, usines appelées à être conjuguées avec les importantes sources d'énergie du Plateau-Central, permettront de fournir toute la puissance dont la Société aura progressivement besoin pour l'alimentation de ses réseaux actuels et de leurs développements.




Carte des usines et des lignes de la Société des Forces motrices de la Vienne.

# Compagnie du Gaz de Lyon

**au Capital de 21 000 000 francs**

Siège social : 3, Quai des Célestins, 3. — LYON

## CONSISTANCE DES USINES

### A. — THERMIQUES

*Station centrale de la Mouche,* comportant :

1° 6 turbo-alternateurs à 10 000 volts, triphasés, 50 p : s, 1 500 t : mn, savoir : 1 de 2 000 kw — 2 de 6 000 kw — 2 de 4 000 kw — 1 de 12 000 kw fonctionnant en parallèle avec des sources d'énergie hydro-électriques.

2° 16 générateurs de vapeur Niclausse de 243 m² de surface chacun ;

12 générateurs de vapeur Belleville de 338 m² de surface chacun.

Tous ces générateurs sont munis de surchauffeurs et économiseurs. — Timbre 17 kg : cm².

### B. — HYDRAULIQUES

1° Energie triphasée à 65 000 volts, 50 p : s, de la Société Hydro-Électrique de Lyon, filiale de la Compagnie du Gaz de Lyon, en provenance de son usine du Val du Fier (Savoie) et livrée à 10 000 volts à son poste de transformation 60 500/10 000 v de la Mouche.

2° Energie triphasée à 65 000 volts, 50 p : s, en provenance des Usines Paul Girod à Ugines, rendue à Lyon par la ligne de transmission de 170 km de longueur de la Société Hydro-Electrique et livrée par elle à 10 000 volts à son poste de transformation 65 000/10 000 v de la Mouche.

3° Energie triphasée à 50 p : s de la Société générale de Force et Lumière livrée à 10 000 volts et transformée en courant continu dans les diverses sous-stations.

Il existe, en outre, quatre sous-stations de transformation de courant triphasé en courant continu.

## LIGNES DE TRANSMISSION

### DANS LE CENTRE DE LYON

1° Réseaux souterrains à 3 fils à courant continu 220 et 250 volts, comprenant 63 km de feeders et 173 km de câbles à 3 conducteurs.

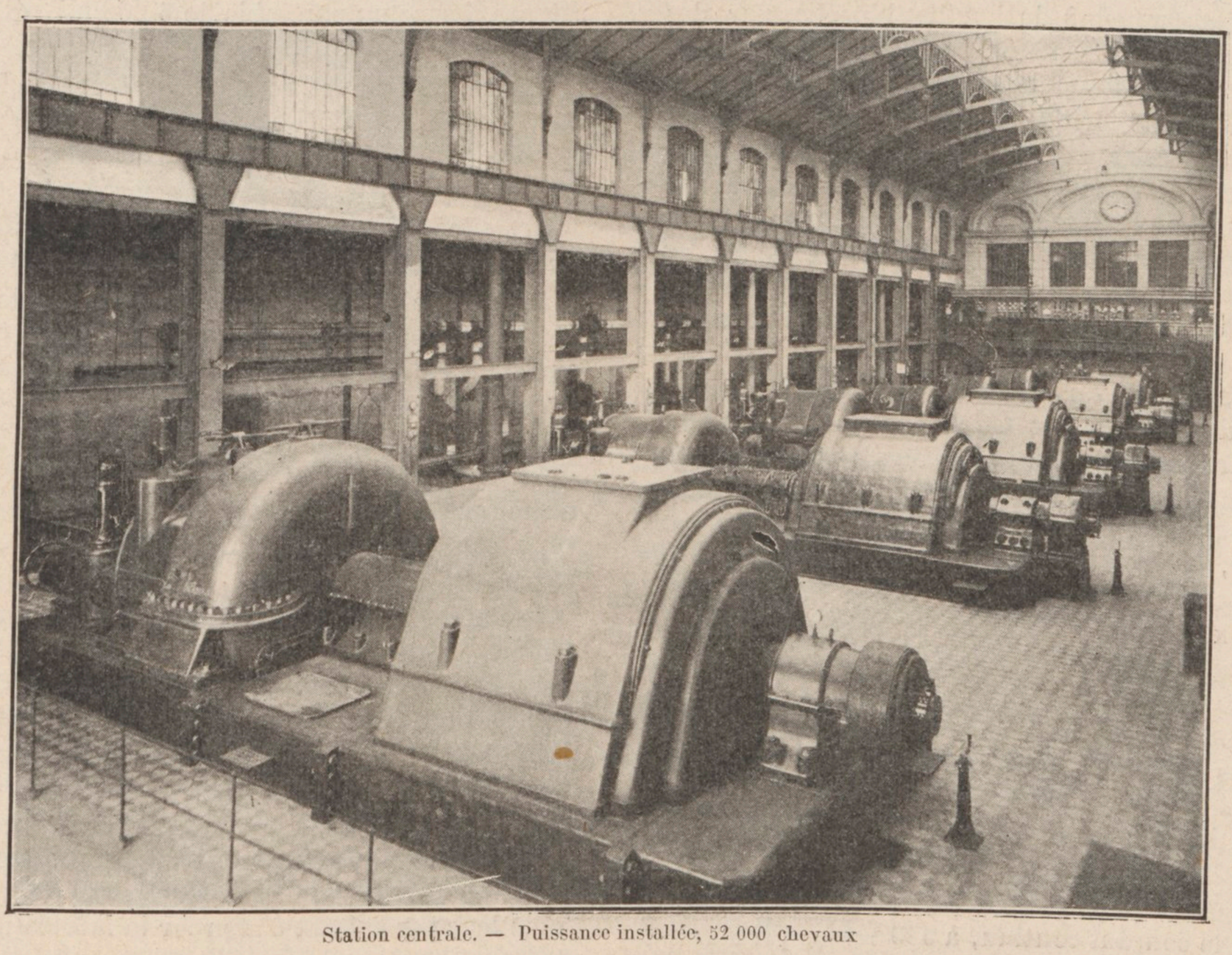
2° Réseau souterrain en câbles à 3 conducteurs pour courant triphasé 10 000 volts, 50 p : s. Longueur 309 km.

### DANS LA PÉRIPHÉRIE DE LYON

3° Réseaux souterrains en câbles à 4 conducteurs pour courant triphasé 208 volts, 50 p : s. Longueur 204 km.

### DANS LA BANLIEUE DE LYON

4° Réseau aérien haute tension pour courant triphasé 10 000 volts, 50 p : s. Longueur 260 km.



Station centrale. — Puissance installée, 52 000 chevaux

5° Réseau aérien à basse tension pour courant triphasé 208 volts, 50 p : s. Longueur 376 km.

## DISTRIBUTION ET NOMBRE D'OUVRIERS

Production en courant continu 230-260 et 260-290 volts et en courant triphasé 10 000 volts, 50 p : s.

Distribution en courant continu 220 et 250 volts, 3 fils, dans le centre de Lyon et en courant triphasé, 4 fils, 120 et 208 volts dans la périphérie.

Le personnel comprend : 115 ingénieurs, chefs de station, contremaîtres et environ 360 ouvriers.

## INSTITUTIONS OUVRIÈRES

Caisse de secours en cas de maladies. — Versements à la Caisse nationale des Retraites pour la Vieillesse. — Fonds de secours aux Victimes de la Guerre, Orphelinats, Habitations à bon marché, etc...

# Les Papeteries de France

**Société anonyme au Capital de 45 Millions de francs.**

*Siège social : 10, rue Comines, PARIS*

Situées dans une contrée d'élection, à quelques kilomètres de la capitale du Dauphiné, et au pied de la majestueuse chaîne de Belledonne, les usines de Lancey furent fondées en 1868 par Aristide Bergès.

Modeste moulin à pâte à l'origine, elles se développèrent rapidement et comptent maintenant parmi les plus importantes fabriques de pâtes, papiers et cartons françaises.

Afin d'assurer aux usines la force motrice, toujours plus grande, nécessaire à leur fonctionnement, Aristide Bergès et les continuateurs de son œuvre firent un large appel à la houille blanche, par des travaux restés célèbres ; ils édifièrent, enfin, une puissante centrale thermique de secours.

Les installations hydrauliques de Lancey furent conçues et réalisées à une époque où l'équipement des hautes chutes était considéré comme une entreprise singulièrement audacieuse. Et ce fut aux prix d'efforts considérables qu'Aristide Bergès parvint à capter les ruisseaux de La Combe et de Saint-Mury à 200 mètres d'abord, à 500 mètres ensuite au-dessus du niveau des turbines.

Afin de parer aux variations de débit de ces torrents alpestres, il utilisa le lac Crozet comme régulateur, après l'avoir transformé, à l'aide d'un barrage, en une importante réserve de 1 250 000 mètres cubes qu'un souterrain, percé dans la paroi du lac, à 27 mètres de profondeur, permet de vider en hiver, pendant la période des basses eaux.

Grâce aux travaux accomplis, les usines de Lancey disposent en moyenne de 1 100 litres par seconde sous 500 mètres de chute.

Quatre conduites forcées de 0,40 m de diamètre alimentent les turbines, dont certaines sont accouplées directement avec les défibreurs, tandis que d'autres actionnent les dynamos de la station génératrice de la gorge.

Ce poste est équipé pour 3 000 chevaux et fournit aux usines le courant continu, à 550 volts, qui leur est nécessaire.

A quelques kilomètres de Lancey se trouve la pittoresque station du Bas-Laval, établie en 1906 par Maurice Bergès. Afin d'utiliser l'intégralité de la chute de 175 mètres dont dispose le poste, celui-ci dut être nstallé, faute de place, dans une caverne creusée à cet effet dans le rocher. La puissance installée de cette station est de 2 100 chevaux, tandis que celle du Haut-Laval, actionnée par une chute de 300 mètres, atteint 3 000 chevaux.

L'usine génératrice de La Ferrière, appartenant également à la Société, est située à 45 kilomètres de Lancey, au pied des Sept Laux. Elle dispose d'une chute de 115 mètres, obtenue par dérivation du Breda, et sa puissance installée est de 4 700 chevaux.

Une centrale électrique moderne, récemment aménagée à Lancey, reçoit, transforme et distribue aux usines l'énergie produite par ces trois dernières stations.

De puissantes installations thermiques constituent, enfin, une organisation de secours capable de parer à toute éventualité.

La chaufferie, répartie en quatre groupes de générateurs, forme un ensemble de 5 000 mètres carrés de surface de chauffe.

Une main-d'œuvre réduite en assure le fonctionnement grâce à l'emploi de grilles mécaniques, d'appareils automatiques d'alimentation en charbon et de manutention de scories.

Des silos souterrains de 3 000 tonnes forment une réserve de combustibles à proximité de la chaufferie.

La vapeur engendrée par cette installation est utilisée à la fabrication des pâtes, papiers et cartons, comme à l'alimentation de la centrale thermique.

Celle-ci est équipée pour une puissance de 5 000 chevaux que peuvent fournir deux turbo-alternateurs, dont l'un, type Zoelly, a été livré par la Société alsacienne de Constructions mécaniques, tandis que l'autre, type Parsons à soutirage, provient de la Compagnie électro-mécanique.

Les ateliers de pâtes chimiques et mécaniques sont aménagés avec les derniers perfectionnements de la technique moderne. D'une capacité de production considérable, ils peuvent transformer par jour 300 tonnes de bois, 10 tonnes d'alfa ou de paille, 10 tonnes de chiffons, en une pâte à papier de premier choix.

Les fabriques de papiers de la Société sont situées à Lancey, Brignoud, Leysse, Pontcharra, Persan, Alfortville. La variété et la qualité des pâtes dont elles disposent leur permettent d'aborder la fabrication de toutes les sortes, dans les meilleures conditions possibles.

Les cartonneries de Lancey, enfin, admirablement installées, mettent sur le marché 40 tonnes par jour, dans toutes les qualités.

Onze maisons de vente importantes, judicieusement réparties, de nombreuses agences, en France et à l'étranger, permettent aux Papeteries de France de rester en contact permanent avec leur abondante clientèle.

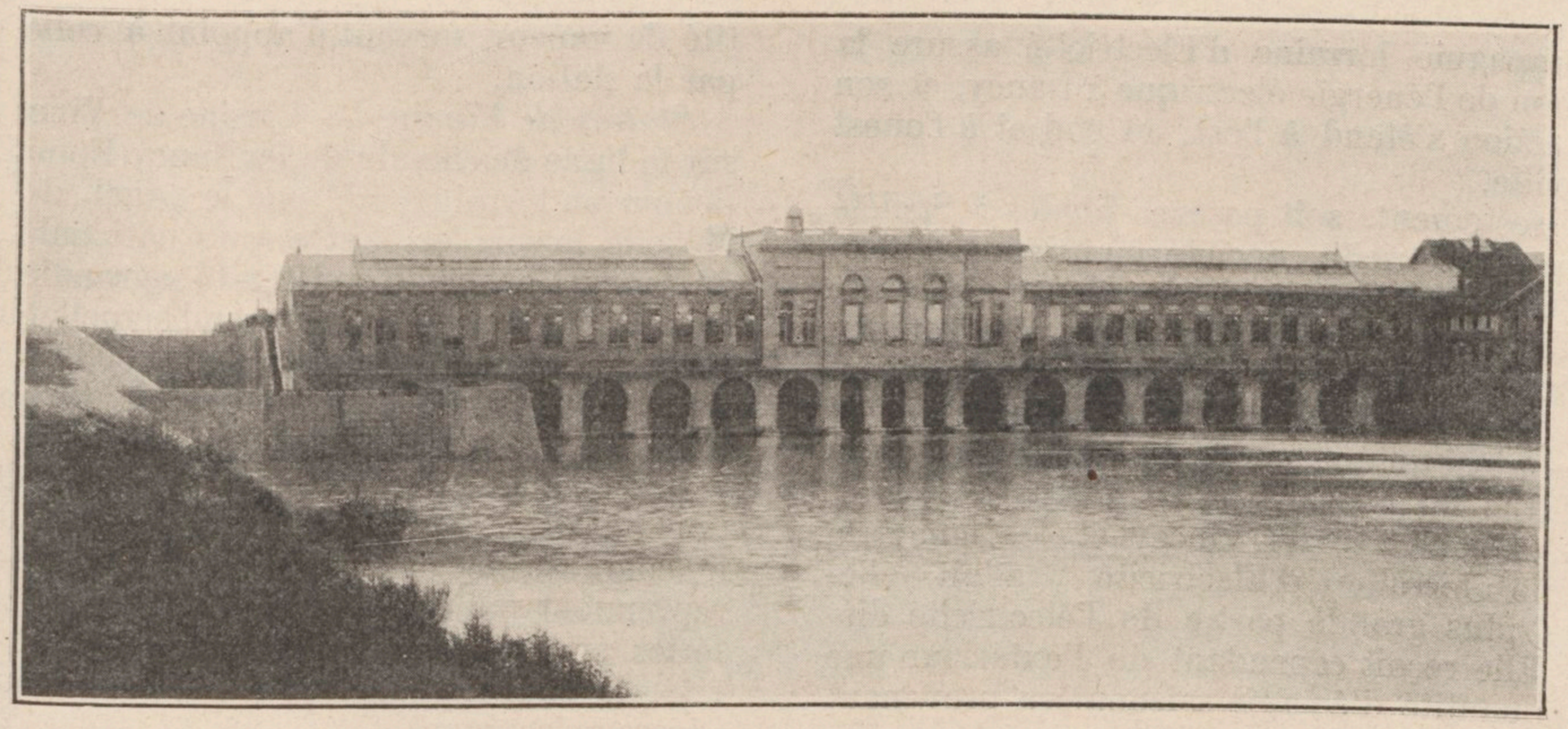
Elles en connaissent ainsi tous les besoins, et peuvent y répondre dans les meilleures conditions de qualité et de prix.

# La Société Lyonnaise des Forces Motrices du Rhône

## (JONAGE)

**Société anonyme au Capital de 40 Millions de francs**

***Siège social :* 37, Rue de la République, LYON — Téléphone : 50-30**



Usine de Cusset-Villeurbanne. — Vue aval.

Constituée en 1892 pour l'exploitation de la concession d'une dérivation du Rhône en amont de Lyon, la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône est la plus ancienne, et, à proprement parler, l'initiatrice des grandes distributions d'énergie électrique en France.

La dérivation éclusée, généralement appelée, du nom d'une des communes traversées, canal de Jonage, est d'une longueur totale de 19 kilomètres; sept ponts métalliques, de 83 à 123 mètres de longueur, établissent les communications entre les deux rives. Une écluse simple accolée à l'ouvrage de prise et une écluse double accolée au barrage qui supporte l'usine, avec des sas de 90 mètres de longueur, assurent la navigation, amorce de la navigation générale projetée sur le haut Rhône.

Le débit du canal est de 100 à 150 mètres cubes par seconde, suivant l'étiage du Rhône; la chute varie de 11 à 13 mètres; un réservoir de 150 hectares, aménagé vers le milieu du canal et pouvant emmagasiner 4 millions de mètres cubes, permet de consommer à l'usine, à certaines heures un volume d'eau bien supérieur au débit constant de la prise.

L'usine hydroélectrique, installée à Cusset-Villeurbanne, est établie sur le mur même de retenue; elle présente un développement de 152 mètres de longueur, et comporte un équipement total, unités de secours comprises, de 70 000 chevaux.

A côté, et fonctionnant en parallèle avec elle, est installée une usine à vapeur, à la fois usine de secours et usine auxiliaire pour le service des pointes, d'une puissance actuelle de 30 000 chevaux, et encore en voie d'agrandissement.

Devant le développement continu de sa clientèle, la Société s'est, en outre, assuré la fourniture des deux tiers de la puissance des chutes dont la Société de la Haute-Isère, sa filiale, poursuit en ce moment l'équipement en Tarentaise : l'équipement de la première chute, dont l'aménagement sera bientôt achevé, est prévu pour une puissance maximum de 40 000 chevaux.

L'énergie produite par les Usines de Cusset, sous forme de courants triphasés, et sous une tension efficace de 3 500 volts, est distribuée par câbles souterrains à Lyon et dans quelques communes suburbaines. Le réseau atteint actuellement un développement de 850 kilomètres.

Le tableau suivant résume le développement industriel de la Société depuis la mise en marche, en 1899, de l'usine hydroélectrique de Cusset :

| EXERCICES | ABONNÉS | PUISSANCE DESSERVIE EN CHEVAUX | NOMBRE DE LAMPES DESSERVIES | ENERGIE PRODUITE EN KW-H | LONGUEUR DES CABLES POSÉS |
|---|---|---|---|---|---|
| 1899 | 2 002 | 4 493 | 58 364 | 3 012 114 | 243 km. |
| 1905 | 9 925 | 16 532 | 201 887 | 29 637 856 | 449 — |
| 1910 | 15 717 | 27 751 | 311 665 | 52 144 570 | 570 — |
| 1913 | 32 855 | 31 935 | 682 218 | 67 281 058 | 713 — |
| 1914 | 37 543 | 33 453 | 769 968 | 56 890 081 | 734 — |
| 1915 | 38 208 | 35 005 | 786 670 | 63 490 656 | 749 — |
| 1916 | 38 466 | 38 638 | 810 212 | 84 011 560 | 767 — |
| 1917 | 39 130 | 40 692 | 827 484 | 92 505 555 | 781 — |
| 1918 | 40 038 | 44 042 | 850 198 | 91 378 585 | 799 — |
| 1919 | 40 981 | 46 407 | 877 454 | 79 444 210 | 813 — |
| 1920 | 43 573 | 49 845 | 931 685 | 86 455 970 | 833 — |

# Compagnie lorraine d'Électricité

## Énergie électrique de Meuse et Marne — Énergie-Éclairage
## Société vosgienne d'Électricité

La Compagnie lorraine d'Electricité assure la distribution de l'énergie électrique à Nancy, et son rayon d'action s'étend à l'est, au sud et à l'ouest de cette ville.

Soit directement, soit par ses filiales : Société vosgienne d'Electricité, Société meusienne d'Electricité, Energie électrique de Meuse-et-Marne, Energie-Eclairage, Société électrique du Toulois, elle intéresse la plus grande partie des départements de Meurthe-et-Moselle, des Vosges et de la Meuse, ainsi qu'une partie de la Marne et de la Haute-Marne.

Dans ses centrales de Vincey et de Nancy, la Compagnie lorraine d'Electricité produit elle-même la plus grande partie de l'électricité distribuée. Elle reçoit cependant de l'extérieur une certaine quantité d'énergie saisonnière provenant d'usines hydroélectriques suisses et échange du courant avec les secteurs voisins.

Le réseau de transmission, qui fonctionne sous la tension de 65 000 volts, forme une boucle de 210 km de longueur jalonnée par les postes de transformation de Laneuveville, Viterne, Vezelise, Vincey, Dogneville, Pouxeux, Laveline, Anould (en construction), Saint-Dié, Etival, Glonville et Hériménil. Trois antennes principales s'y rattachent; l'une de 63 km, qui établit la connexion avec l'Energie électrique de Meuse-et-Marne et la centrale thermique de Saint-Dizier; la seconde, qui assure la jonction avec le réseau des Mines de la Houve, et la troisième, équipée pour 110 000 volts et d'une longueur totale de 180 km, qui alimente le réseau en énergie hydroélectrique suisse. Ce réseau pourra se jonctionner à la ligne d'Etat à 120 000 volts Vincey-Laneuveville-Bassin de Briey qui vient d'être terminée. Les réseaux de distribution fonctionnent à 22000, 11000, ou 5500 volts suivant la région; les réseaux communaux, à 110/190 volts.

*Station de Nancy.* — Mise en marche en 1899 et établie à l'origine pour courant continu, elle a subi des transformations profondes et n'est utilisée que comme secours et comme usine de pointe. Puissance installée : 11 500 kw (machines) — 6000 kw (chaudières).

Elle reçoit, en outre, d'une usine d'incinération des ordures ménagères, installée par la Maison Heenan et Froude de Manchester pour incinérer 120 tonnes de gadoue par jour, une certaine quantité de vapeur servant d'appoint à celle produite par la station.

*Station de Vincey.* — L'usine de Vincey, située sur la ligne de chemin de fer Nancy-Epinal, est édifiée sur un terrain bordé par le canal de l'Est, la Moselle, la voie ferrée et la route nationale, à 40 km de Nancy. Construite en 1912-14, agrandie dès 1918, la salle des machines comprend actuellement deux turbo-alternateurs triphasés de 6000 kw, 11000 volts, 50 p : s, 1500 t : mn et deux turbo-alternateurs de 10000 kw, 1500 t : mn.

Deux ponts transbordeurs de 46 m de portée, pouvant décharger péniches ou wagons, déversent le combustible dans un parc à charbon et le reprennent pour desservir les soutes des chaufferies au moyen d'un convoyeur. De là, par gravité, le charbon descend dans les trémies des foyers mécaniques.

Les chaudières, au nombre de 16, peuvent produire chacune 12000 kg de vapeur à l'heure à la pression de 15 kg : cm². Elles sont pourvues de surchauffeurs à 350° C et d'économiseurs.

L'usine étant en rase campagne, la Compagnie lorraine d'Electricité a dû, pour assurer le logement de son personnel, construire des maisons d'ingénieurs et des logements ouvriers avec jardins, école, lavoir, distribution d'eau, etc.

*
* *

Parmi les plus importantes des filiales, citons : l'Energie électrique de Meuse-et-Marne, qui alimente, par sa centrale thermique de Saint-Dizier (12000 kw), les régions de Bar-le-Duc, Ligny, Joinville et Vitry.

Energie-Eclairage, dont la zone d'action embrasse la plus grande partie du bassin de Briey : sa distribution répond aux besoins de la clientèle surtout minière et métallurgique de cette région.

La Société vosgienne d'Electricité qui a son centre à Remiremont et assure la fourniture aux importantes filatures et aux nombreuses industries du département des Vosges.

L'action de la Compagnie lorraine d'Electricité et de ses filiales s'étend sur 5 départements. Son réseau alimente ainsi une puissance raccordée de plus de 100000 chevaux répartie sur près de 400 communes, qui représentent une population totale de plus d'un million d'habitants.

La consommation annuelle totale est de l'ordre de 120 millions de kilowatts-heure.

# COMPAGNIE CENTRALE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

**SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25 MILLIONS DE FRANCS**

**Siège social : 3, Rue Moncey -:- PARIS (IX^e)**

La *Compagnie centrale d'Énergie électrique* exploite deux secteurs de production et distribution d'énergie qui desservent les régions de Rouen et de Châteauroux.

La région de *Rouen* est alimentée par l'usine de Grand-Quevilly, dont la puissance installée sera portée, dès la fin de 1922, à 44 000 kw, en quatre groupes de 6 000 kw et deux groupes de 10 000 kw, ces derniers en cours de montage ou d'essai.

Le réseau dessert, au moyen de lignes à 5 500, 16 500 et 33 000 volts, les villes de Rouen et d'Elbeuf et les communes voisines du département de la Seine-Inférieure. Par l'intermédiaire de la Société andelysienne d'Electricité, la Compagnie centrale alimente, en outre, une importante partie du département de l'Eure.

Au 31 décembre 1921, la puissance souscrite dans l'ensemble du secteur se décomposait comme suit :

| | | |
|---|---|---|
| Eclairage public et établissements municipaux. | 200 | kv-a |
| Eclairage privé | 11 230 | — |
| Force motrice haute tension | 22 350 | — |
| Force motrice basse tension | 13 896 | — |
| Tramways | 1 500 | — |
| TOTAL | 49 176 | kv-a |

Le nombre de kilowatts-heure produits a été pour l'année 1921 de 41 345 279.

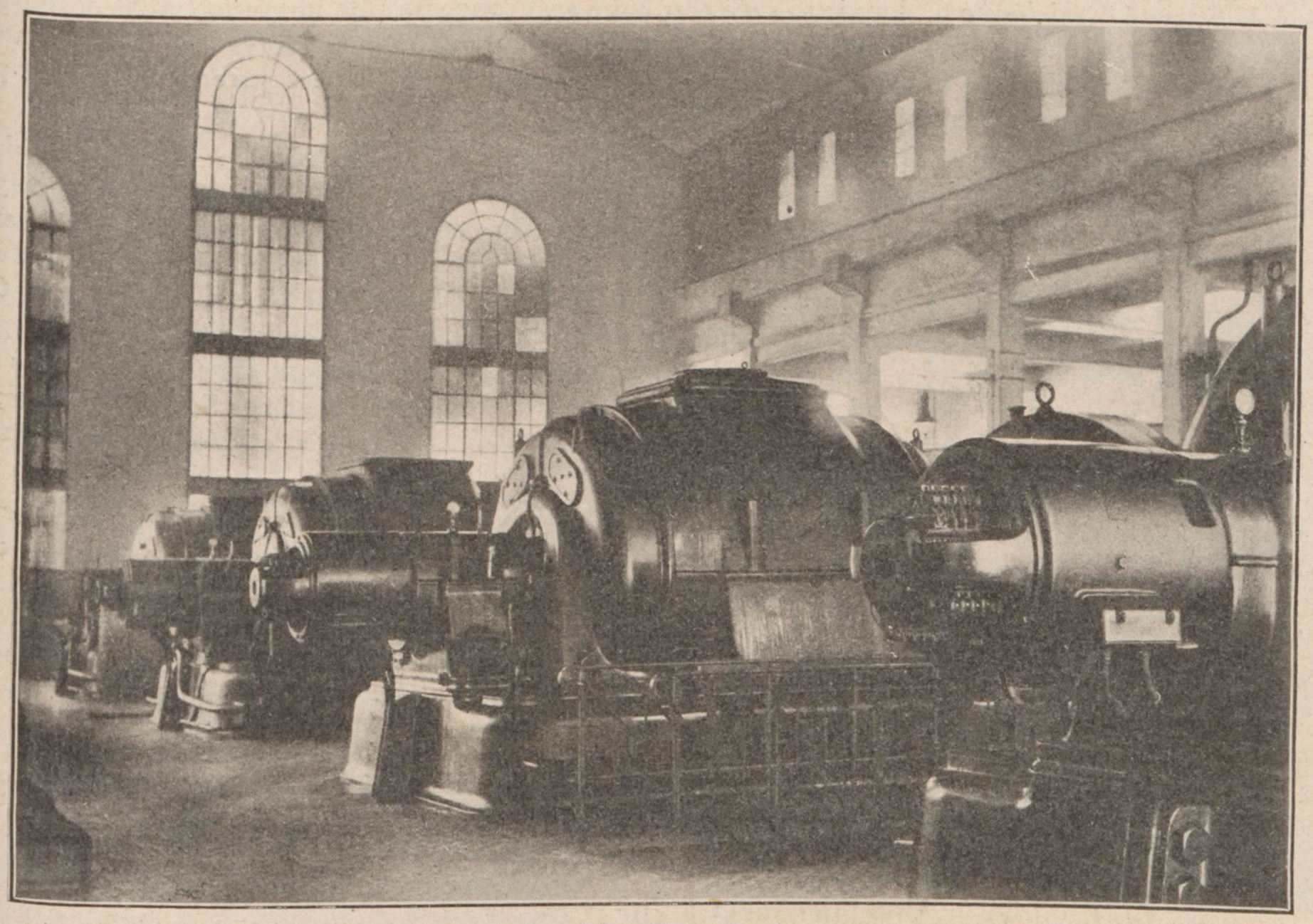
L'usine de *Châteauroux* comprend deux groupes de 800 kw et un groupe de 1 000 kw et alimente un réseau à 5 500 et 16 500 volts qui dessert, outre la ville de Châteauroux elle-même, une grande partie du département de l'Indre.

Cette usine a produit, en 1921, 2 134 935 kw-h. La puissance souscrite était, au 31 décembre 1921, de 1955 kw pour l'ensemble du secteur.

Jusqu'en juillet 1920, la Compagnie centrale exploitait en plus deux secteurs desservant les régions d'Alger et d'Oran. Elle a constitué à cette époque, en vue de la reprise et de l'extension de ces entreprises, une Société filiale, la Société algérienne d'Eclairage et de Force, au capital de 12 millions de francs.

La *Société algérienne d'Eclairage et de Force* exploite deux usines, l'une de 11 500 kw, située à Hussein-Dey, près d'Alger, et l'autre de 5 000 kw, établie à Mers-el-Kébir, près d'Oran.

L'usine d'Hussein-Dey dessert un réseau 10 000 et 30 000 volts qui s'étend sur une zone de 100 km de largeur entre l'Atlas et la mer de part et d'autre d'Alger. La clientèle comprend les réseaux de tramways d'Alger, les principales industries de la région et de nombreuses exploitations agricoles de la plaine de la Mitidja.



Usine de Grand-Quevilly — Vue intérieure

La puissance raccordée était, à fin 1921, de 11 089 kv-a et la production a atteint pour l'année écoulée 13 272 967 kw-h.

L'usine de Mers-el-Kébir alimente, à Oran, les tramways et une importante clientèle de force motrice. Elle est reliée au moyen de lignes à 6 000, 18 000 et 30 000 volts au port d'Arzew vers l'Est (à 45 km d'Oran) et à Aïn-Témouchent vers le Sud-Ouest (à 70 km d'Oran). Cette dernière ligne va être prochainement prolongée jusqu'à Beni-Saf où elle alimentera les installations de la Cie de Mokta-el-Hadid.

A fin 1921, la puissance raccordée était de 3 800 kv-a et la production avait atteint pour l'année écoulée 3 millions 296 240 kw-h.

# SOCIÉTÉ PARISIENNE

## pour l'INDUSTRIE des CHEMINS DE FER et des TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

Société anonyme au Capital de 50 000 000 francs

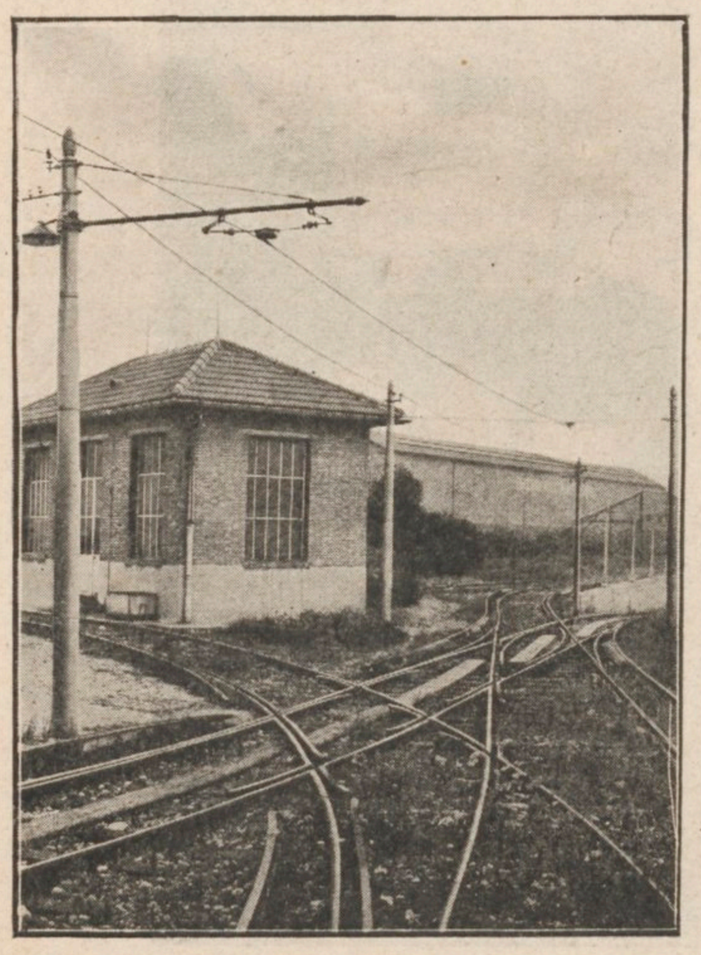
SIÈGE SOCIAL & BUREAUX
75, Boulevard Haussmann
PARIS (8e)

Adresse Télégraphique :
PARELECOP-PARIS

TÉLÉPHONE : CENTRAL 34-10

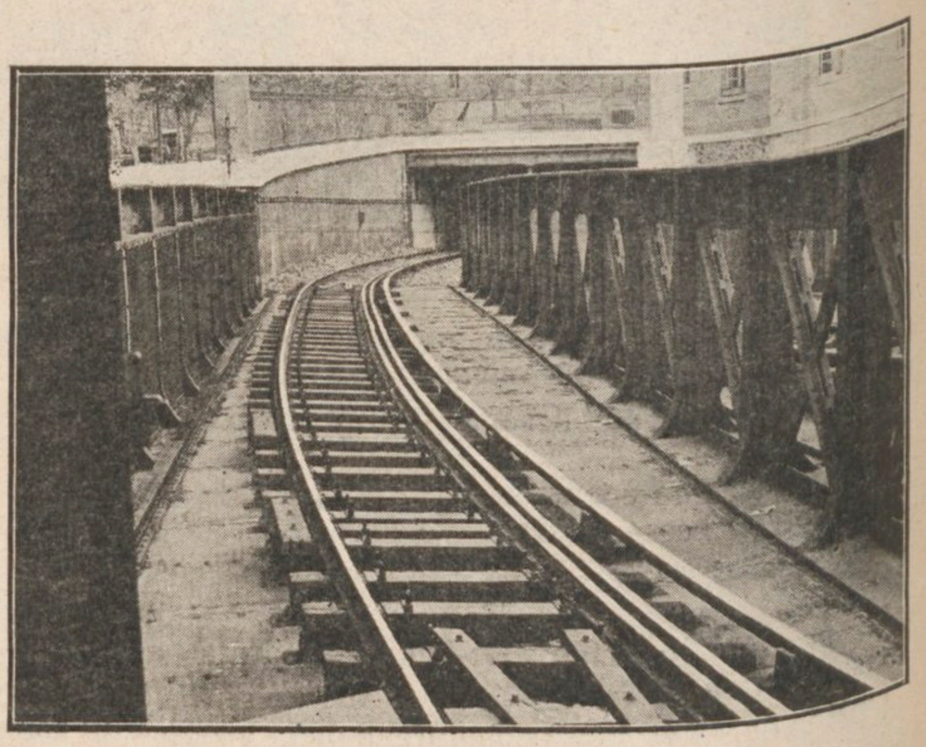
Fondée en 1900 au capital de 25 millions de francs, capital qui fut, en 1901, porté à 50 millions de francs, la Société Parisienne a, depuis sa création, joué en France un rôle important dans le développement aussi bien des chemins de fer et des tramways électriques que des grands réseaux de distribution. C'est grâce à son aide technique et financière que de nombreuses sociétés filiales purent se créer et prospérer. Parmi ces sociétés, on peut citer en particulier :

La Société d'Électricité de Paris. — La Société Électricité et Gaz du Nord. — Le Chemin de fer métropolitain de Paris. — Les Tramways de Paris et du Département de la Seine. — Les Tramways de Lille. — Les Chemins de fer économiques du Nord. — Les Chemins de fer du Calvados. — Les Chemins de fer de la Banlieue de Reims. — La Compagnie générale des Chemins de fer vicinaux. — The Cairo Electric Railways and Héliopolis Oases Company. — Les Forges et Ateliers de la Longueville. — Les Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est. Ces deux dernières Sociétés viennent de fusionner sous la raison sociale : Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont.



Croisements et vue des plans inclinés et des ailes de moulins des barres de courant, exécutés pour la Compagnie du Chemin de fer métropolitain de Paris.

La Société Parisienne reconnut rapidement la nécessité, dans l'état actuel de l'industrie, d'avoir un service de travaux particulièrement bien organisé qui puisse non seulement étudier et dresser une évaluation d'un projet quelconque, mais encore le réaliser en se renfermant strictement dans les limites prévues des dépenses de premier établissement. La Société Parisienne est donc parfaitement outillée pour prendre l'entreprise générale de tous travaux se rapportant particulièrement à l'industrie des transports et des distributions de gaz et d'électricité. Quelques références feront mieux comprendre la nature et le champ d'activité de la Société Parisienne.



Pose de voie Vignole sur tablier métallique, exécutée pour la Compagnie du Chemin de fer métropolitain de Paris.

### Établissement de Voies ferrées.

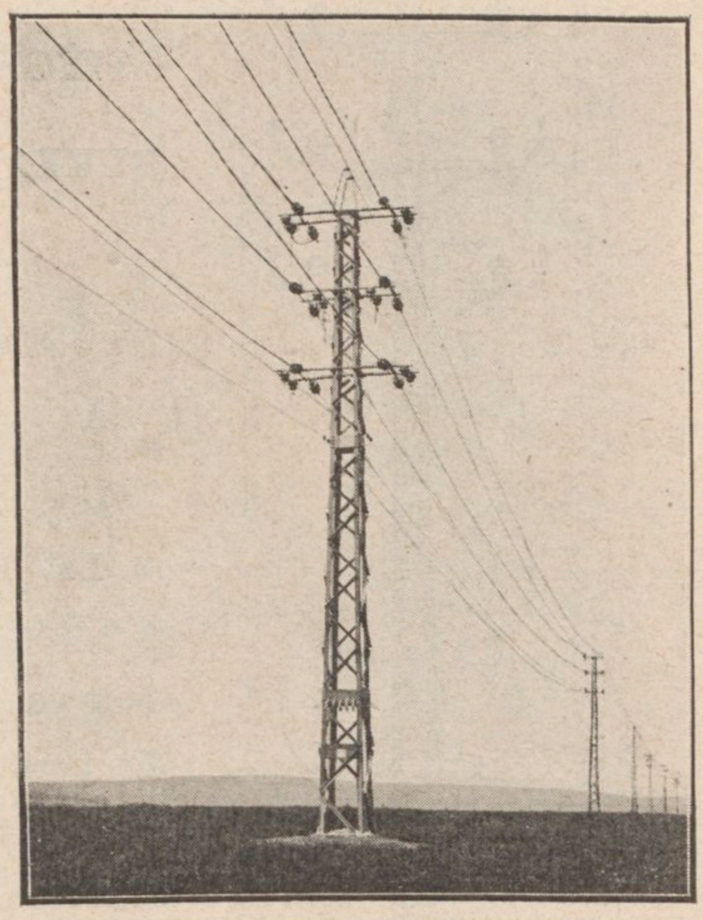
Parmi les travaux exécutés par la Société Parisienne, se présentent en premier lieu la pose des voies ferrées et le ballastage des lignes 3, 4, 7, 7 *bis* et 8 du Chemin

de fer métropolitain de Paris. Ces travaux, d'un caractère spécial, qui nécessitent une exécution irréprochable furent entrepris à partir de 1908.

Les Tramways de Paris et du Département de la Seine confièrent à la Société Parisienne tous les travaux et fournitures nécessités par l'installation, à l'intérieur, de Paris des voies de roulement avec caniveau (terrassement, bétonnage, maçonnerie, pose de la partie métallique du caniveau, de la voie, de l'équipement électrique, etc...)

Divers réseaux de chemins de fer d'intérêt local furent exécutés : tel celui de la Compagnie des Chemins de Fer du Calvados.

Des embranchements industriels, notamment pour la Société d'Électricité de Paris à Saint-Denis, l'Usine d'Électricité de Bercy, les Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est furent réalisés par la Société Parisienne.



Ligne à haute tension sur pylônes métalliques
Pylône de sectionnement.

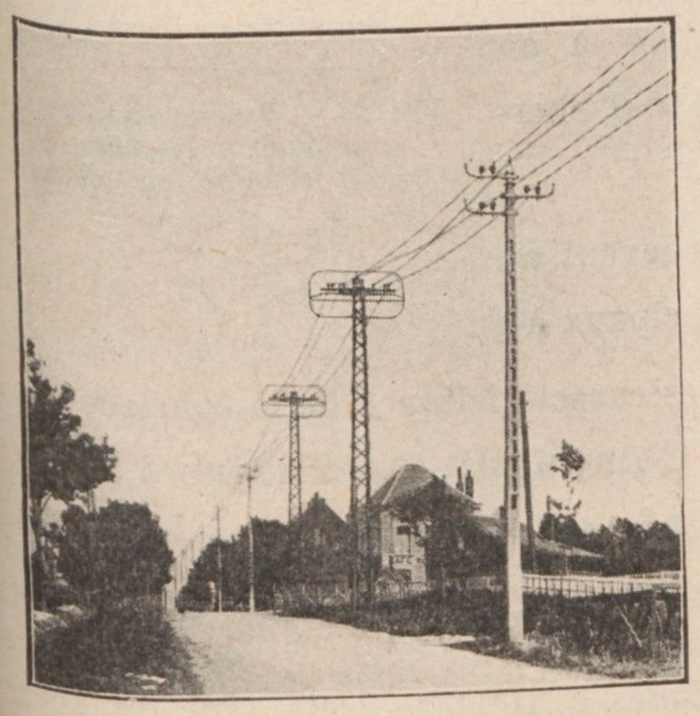
## Stations centrales. — Sous-Stations.

## Postes de Transformation.

La Société Parisienne apporta un concours très actif à la construction de la Station centrale de la Société d'Électricité de Paris à Saint-Denis. Il faut se rappeler que cette station centrale fut, en France, la première centrale construite en vue de l'emploi des turbines à vapeur.

## Entreprises électriques

La Société Parisienne a installé, parallèlement au ballastage et à la pose de voies proprement dits, l'électrification de gares, de voies et de signaux de chemins de fer métropolitains.



Ligne à haute tension sur poteaux en ciment. — Traversée de voie ferrée sur pylônes métalliques.

Elle a créé un Service spécial en vue de la construction de toutes lignes et canalisations électriques à haute et basse tension. En particulier, elle s'est appliquée à réaliser : les réseaux de distribution basse tension; les lignes d'alimentation moyenne tension (15 000 volts); les lignes à haute tension pour les réseaux d'intérêt général (45 000 volts); les lignes à très haute tension pour les grands réseaux nationaux (150 000 volts). C'est ainsi que de nombreuses lignes de transport ont été exécutées dans les régions libérées et que des lignes à 150 000 volts sont actuellement en cours de réalisation pour le compte de la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

Spécialiste dans l'électrification des chemins de fer et alors que cette question vitale pour notre pays fait actuellement l'"objet d'études étendues, la Société Parisienne est particulièrement bien placée pour réaliser tous travaux relevant de cette partie de son programme.

# COMPAGNIE AUXILIAIRE D'ÉLECTRICITÉ ET D'ENTREPRISE

**Société anonyme au Capital de 2 000 000 francs**

SIÈGE SOCIAL : **BULLY-LES-MINES,** (**Pas-de-Calais**)

BUREAUX ET DIRECTION : **97, Rue de Lille, PARIS** (7e)

*Tél. :* ***Fleurus 01-06*** *Adresse télégr. :* ***Auxillua-Paris***

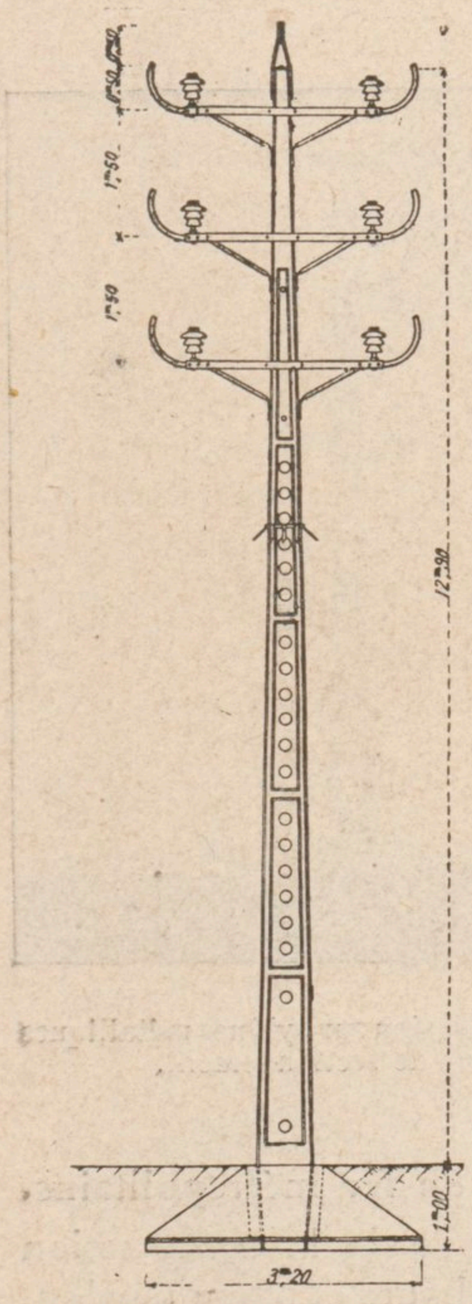



Fig. 1. — Pylône en ciment armé pour lignes à 45 000 volts avec semelle en ciment armé.

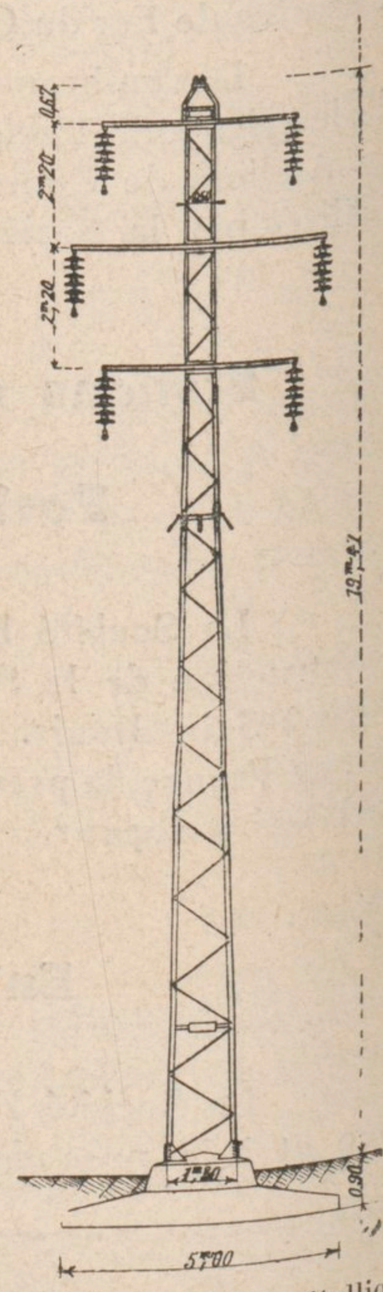



Fig. 2. — Pylône métallique pour ligne à 100 000 volts avec semelle en ciment armé.

La **Compagnie auxiliaire d'Electricité et d'Entreprise**, de création récente, a obtenu l'entreprise de de la construction du Réseau à très haute tension ainsi que des postes de transformation de la Société électrique du Nord-Ouest. La carte ci-contre montre la situation et l'étendue de ce réseau.

L'énergie est produite par trois centrales électriques situées dans la région minière du Pas-de-Calais : à **Bully-les-Mines**, **Gosnay** et **Beuvry;** par une quatrième centrale thermique en construction à **Abbeville** à un point opposé de la boucle et par les deux centrales d'Isbergues et de Calais, des Aciéries de France.

Les postes de transformation élévateurs se trouvent au point d'alimentation. Les postes abaisseurs principaux à : **Hazebrouck**, **Saint-Omer, Calais**, **Dunkerque**, **Boulogne**, **Amiens**, **Arras**.

A l'heure actuelle la **Compagnie auxiliaire d'Electricité et d'Entreprise** a construit 175 kilomètres de lignes à 100 000 volts et 100 kilomètres de lignes à 45 000 volts; elle a en construction 120 kilomètres de lignes à 100 000 volts. Toutes les lignes sont à 6 câbles conducteurs plus un câble de terre.

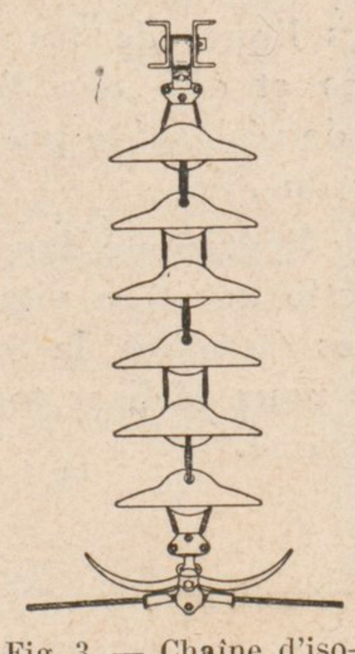


Fig. 3. — Chaîne d'isolateurs pour ligne suspeendue à 100 000 volts.

Les caractéristiques de la construction de la **Compagnie auxiliaire d'Electricité et d'Entreprise** sont les suivantes :

Lignes à 100 000 volts, sur pylônes métalliques reposant sur des semelles en ciment armé avec isolateurs suspendus de la Compagnie générale d'Electro-Céramique, attaches de la Compagnie auxiliaire d'Electricité et d'Entreprise.

Lignes à 45 000 volts sur pylônes

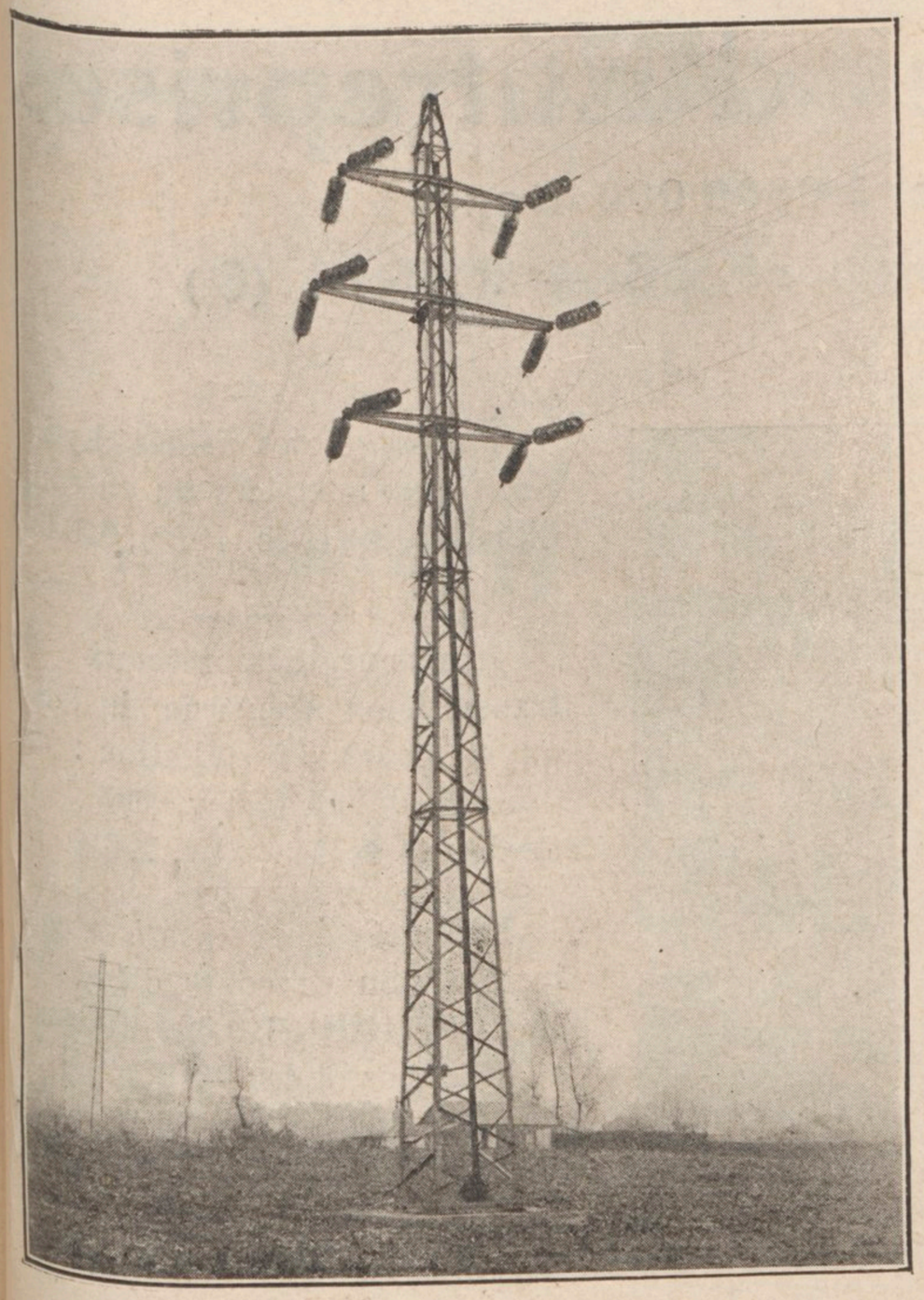


Fig. 4. — Pylone d'angle pour ligne suspendue à 100 000 volts.

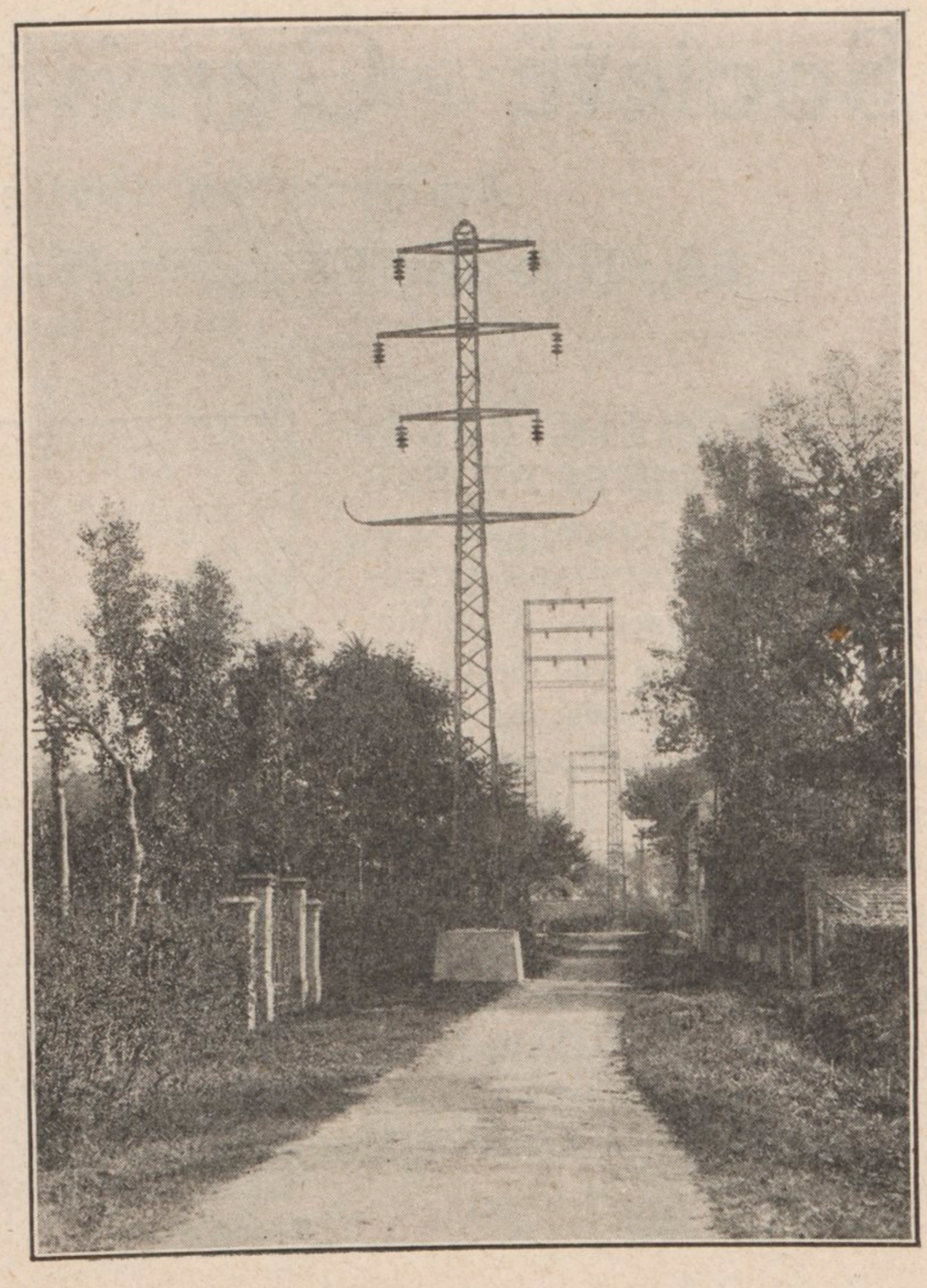


Fig. 5. — Pylone d'alignement et portiques spéciaux de ligne suspendue à 100 000 volts.

en ciment armé encastrés dans des semelles en ciment armé, avec isolateurs supports. Ces pylônes ont été étudiés par la Maison Pelnard-Considère, Caquot et Cie.

L'emploi des semelles indispensable dans la région du Nord, en raison de l'inconsistance des terrains, a été, après étude, généralisé et adopté même dans le bon sol.

Indépendamment de la branche électrique la **Compagnie auxiliaire d'Electricité et d'Entreprise** entreprend tous travaux publics ou privés et, en particulier, les cités ouvrières (800 maisons construites ou en construction dans le Pas-de-Calais), les installations minières de surface, etc...

Elle a en construction, pour l'exploiter ensuite, un atelier de réparations de matériel de mine.

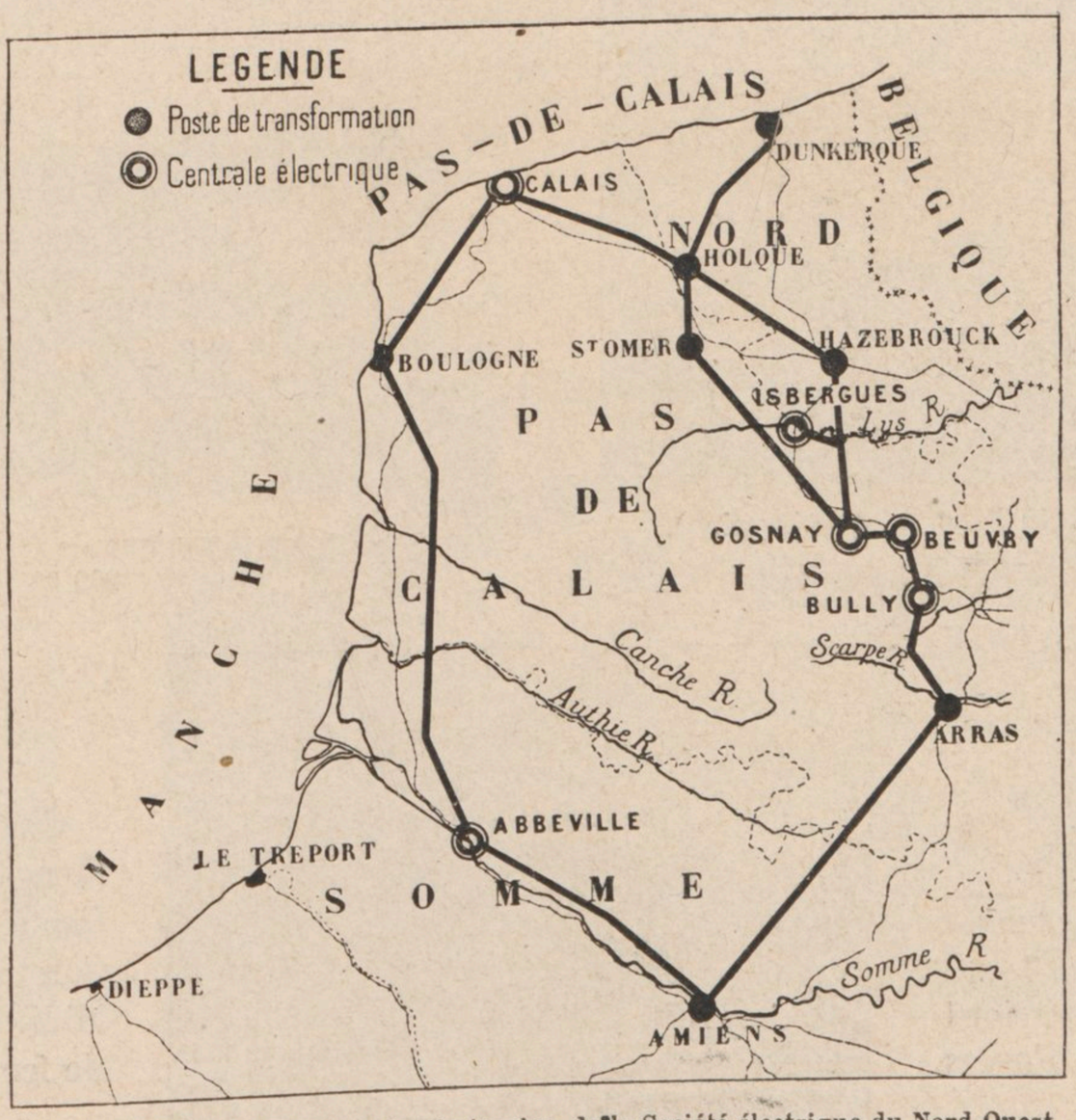



Fig. 6. — Plan du réseau à haute tension de la Société électrique du Nord-Ouest 100 000 volts et 45 000 volts.

# Société Générale d'Entreprises

**Anonyme au Capital de 3 0000 000 francs**

56, Rue du Faubourg-Saint-Honoré, 56 — PARIS (8e)

**LA SOCIÉTÉ GÉNÉRALE d'ENTREPRISES exécute de nombreux travaux d'entreprises générales** en France et à l'Etranger. Au point de vue électrique, elle s'est spécialisée, en particulier, dans l'aménagement complet des **usines hydroélectriques**, dans l'installation des **grandes centrales à vapeur**, dans la construction des **lignes de transmission d'énergie à très haute tension**, dans l'établissement des **chemins de fer électriques**, etc.

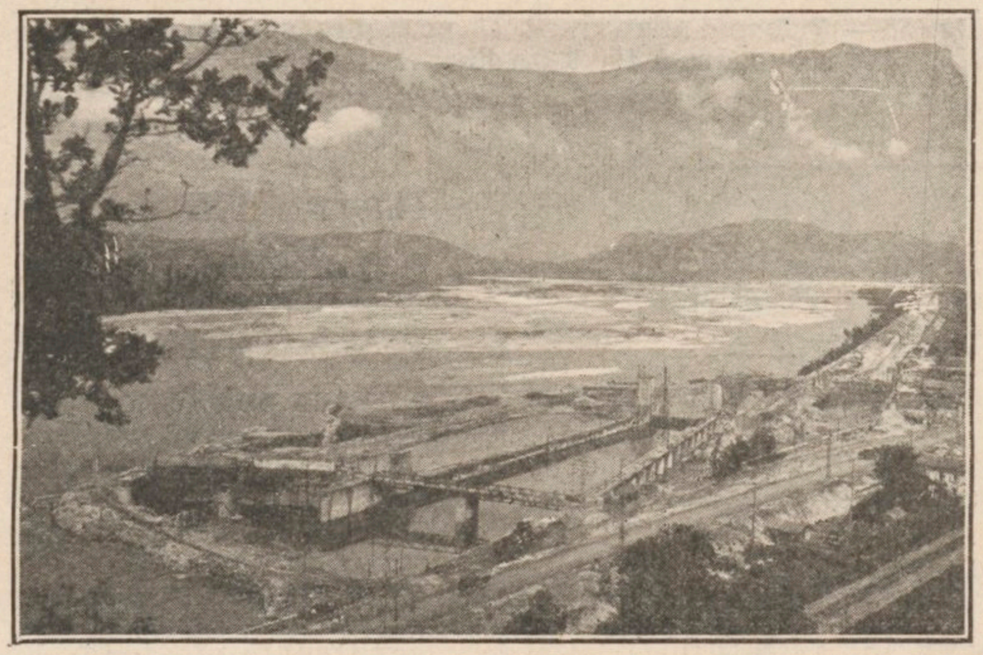
Usine hydroélectrique de la Loue, 14 000 chevaux

Puissance des usines hydro-électriques installées ou en cours d'installation (Déc. 1921), 616 000 chevaux.

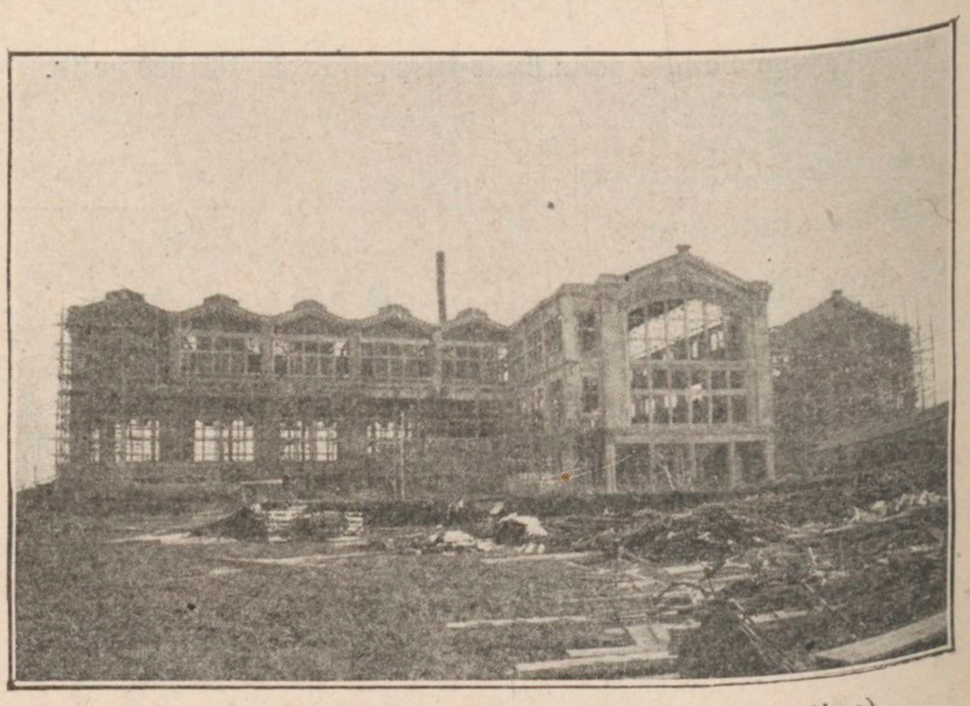
Longueur des réseaux de transmission d'énergie installés ou en cours d'installation : au-dessous de 45 000 v, 985 km ; au-dessus de 45 000 v, 706 km.

Puissance des usines à vapeur installées ou en cours d'installation (Déc. 1921), 650 000 chevaux.

Chemins de fer — Chemins de fer Départementaux - Tramways-Omnibus électriques à trolley, 1 100 km.



Ensemble de la prise d'eau du Drac (en construction), 15 000 chevaux.



Centrale thermique de Comines (en construction) 200 000 chevaux.

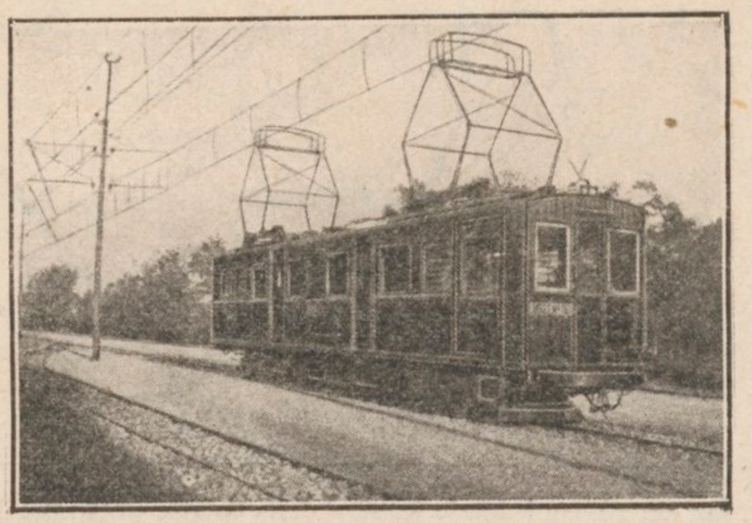
## POSTES DE TRANSFORMATION

Postes a 120 000 et 150 000 volts

Basse-Isère, Haute-Isère, Compagnie électrique de la Loire et du Centre.

Postes a 45 000 et 60 000 volts

Compagnie électrique de la Loire et du Centre. — Energie du Nord de la France. — Société des Forces Motrices de la Loue.



Tramways de la Haute-Vienne

Lignes a 120 000 et 150 000 volts

Commission technique du Comptoir d'Achat. — Énergie électrique de la Basse-Isère. — Compagnie du Chemin de fer du Midi. — Compagnie du Chemin de fer d'Orléans.

720 kilomètres.

# Compagnie Générale d'Entreprises Electriques

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 3 000 000 FRANCS

**SIÈGE SOCIAL : 20, Rue du Laos, PARIS (XV^e^)**

BUREAUX : A BORDEAUX, LILLE, LYON, NANCY

USINES : A PARIS ET A VILLEURBANNE

**Télégramme : ENTRELEC=PARIS** **Téléphone : SÉGUR 53=95 et 89=67**

Depuis sa fondation, la C. G. E. E. manifeste son activité dans toutes les installations nouvelles. Ses alliances avec de nombreuses sociétés lui permettent de réaliser ses travaux dans des conditions particulièrement intéressantes pour ses clients.

La Commission technique des Houillères sinistrées lui a confié la fabrication de cabines métalliques de différents types permettant de réaliser, d'une manière rapide et pratique, des postes de transformation 15 000/3 000 volts répondant aux besoins les plus urgents des différentes compagnies sinistrées. Environ 2 500 cabines ont déjà été livrées.

La Compagnie générale d'Entreprises électriques a été chargée de l'équipement électrique de différents postes du réseau d'Etat : Bully-Grenay, Fourmies, Reims ; postes provisoires de Lomme, Valenciennes et Cambrai ; tous ces postes à 45 000 volts.

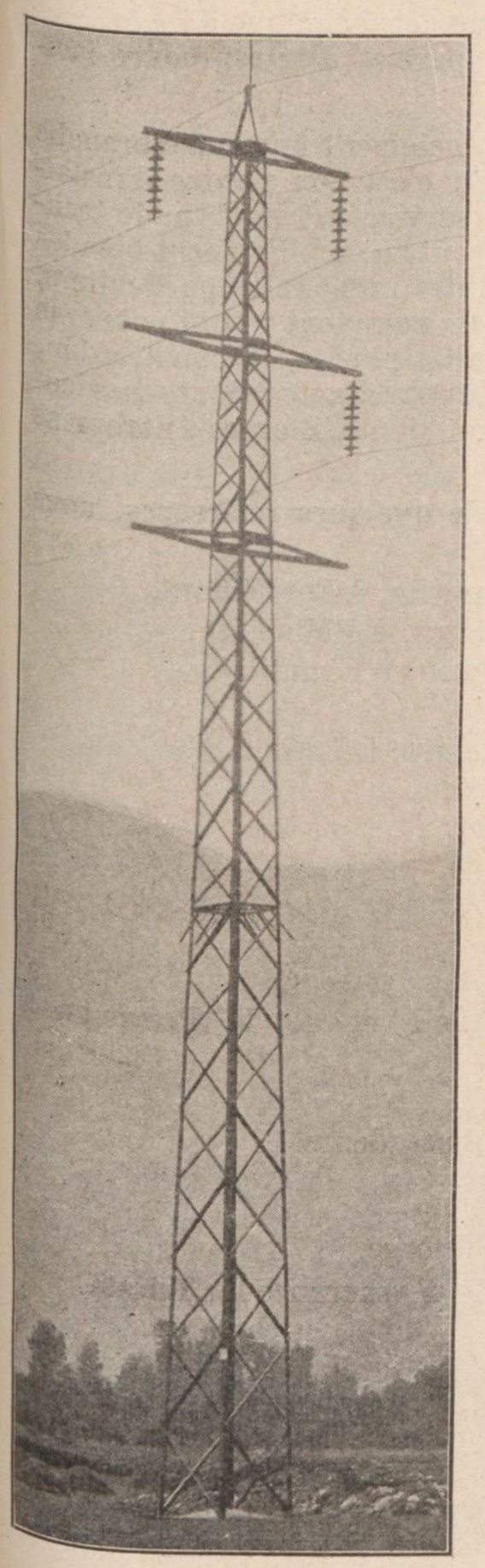
C'est également la C. G. E. E. qui a entrepris la construction du grand poste aérien d'Etat,de Landres, poste à 120 000/65 000/17 300 volts.

Des industries privées ont souvent fait appel à la C. G. E. E. pour leurs installations : Manufacture de Saint-Gobain, Société des Hauts Fourneaux de Pont-à-Mousson, Société des Travaux Dyle et Bacalan, Société d'Electricité d'Angers, Compagnie des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée, etc.

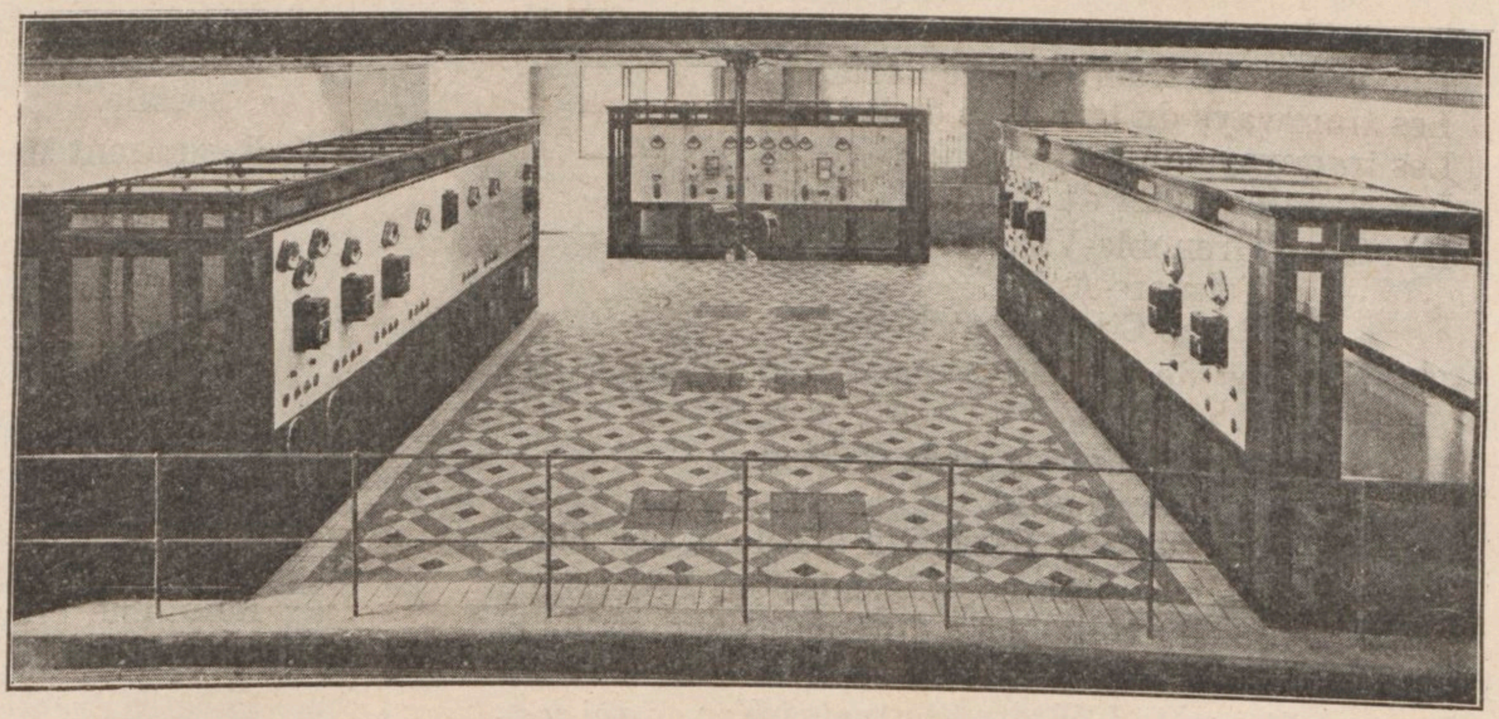
Depuis longtemps déjà la C. G. E. E. a fait breveter un type de poteaux en ciment armé (type « Atlas »).

C'est elle qui a construit la première ligne à 120 000 volts établie en France pour la Compagnie des Chemins de fer du Midi. Elle vient, d'ailleurs, d'être chargée par cette Compagnie de l'entreprise d'une partie importante de l'électrification du réseau du Midi.

En exécutant ces travaux à l'entière satisfaction de ses clients, la C. G. E. E. croit avoir fait œuvre utile et répondant parfaitement au but qu'elle s'est donné.



Pylône d'alignement
pour transmission à 120 000 volts.



Société anonyme des Câbleries et Tréfileries d'Angers.
Tableau du poste de Montrejeau.

# L'ELECTRO-ENTREPRISE

**Société anonyme au Capital de 7 000 000 francs**

## 43, Rue de la Bienfaisance — PARIS (8e)

La Société **L'Electro-Entreprise**, 43, rue de la Bienfaisance, à Paris,. a été constituée par le groupement des Services électriques de deux très importantes et anciennes Maisons françaises :

**La maison Baguès Frères.**

**La maison Bisson Bergès et Cie.**

**L'Electro-Entreprise**, quoique de création relativement récente, s'est donc trouvée posséder de ce fait un personnel de premier ordre, une documentation très importante et une expérience qui sont l'apanage des vieilles maisons.

Son capital initial de 2 millions de francs a été porté rapidement à 4 millions, puis à 5 millions et dernièrement à 7 millions de francs.

Cette Société a ainsi à son actif l'exécution de très nombreux travaux dans différentes branches.

Il faut remarquer, tout particulièrement, les travaux entrepris à Luchon et à Marignac pour le compte de la Compagnie d'Électricité industrielle (50 000 chevaux). Ces travaux comprennent :

Le montage de trois centrales hydroélectriques (puissance équipée, 38000 kilowatts) ;

Une transmission d'énergie à 120 000 volts ;

Le réseau à 10 000 volts ;

Les usines électrochimiques et électrométallurgiques pour l'utilisation de l'énergie produite par les centrales. Ces usines sont destinées à la fabrication du carbure de calcium, de la cyanamide et des sous-produits de la distillation du bois.

Ces travaux très importants ont amené **L'Electro-Entreprise** à s'adjoindre une spécialité de plus : celle de la construction des fours électriques.

Dans la branche « Traction électrique », les travaux exécutés, tant en France qu'à l'étranger, constituent des références de premier ordre. Pour ne rappeler que les principaux, nous pouvons citer :

Une partie des tramways de Paris.
Les tramways du territoire de Belfort.
Les tramways du Loir-et-Cher.
Les chemins de fer du Sud de la France.
Le réseau Grenoble-Vizille.
— Terniers-Anizy.
— Rome-Civita-Castellana.
Les chemins de fer électriques de Bergame à San Pellegrino.
Les tramways de Catane et de Palerme.
— de Madrid.
— de San Sébastien à Tolosa, etc, etc...

Ainsi que de nombreuses transmission d'énergie à 120 000 et 150 000 volts dans différentes régions de la France.

La compétence de **L'Electro-Entreprise** en ce qui concerne les questions de traction électrique a amené naturellement la Compagnie des Chemins de fer du Midi — la première Compagnie de Chemins de Fer, en France, qui ait décidé d'électrifier son réseau — à lui confier ses travaux pour une première tranche de 300 kilomètres de ligne double :

Il s'agit de la ligne Toulouse-Tarbes-Pau-Dax, qui doit fonctionner électriquement cette année.

**L'Electro-Entreprise** est organisée pour faire des études d'électrification de chemins de fer dans tous les pays du monde et son personnel technique d'ingénieurs et de chefs monteurs lui permet d'entreprendre facilement ces travaux.

**L'Electro-Entreprise** a également une autre branche d'activité très importante : c'est son service d'installations immobilières. Ce service est pourvu de techniciens éprouvés, connaissant particulièrement bien les questions d'aménagement des immeubles particuliers, commerçants ou industriels pour tout ce qui concerne l'éclairage, le chauffage, la téléphonie, la signalisation, ainsi que l'installation des appareils électriques de sécurité contre l'incendie et le vol dont **L'Electro-Entreprise** possède le brevet.

Pour ne mentionner que quelques références, nous citerons entr'autres :

Château de MM. Empain, à Bouffémont.
— Ward, à Rolleboise.
— Stern, à Chantilly.
etc, etc.
Hôtel de La Ferronnays, à Paris.
— Seligmann —
— Boucheron —
— Renault —
— Gould —
etc, etc.
Magasins des Galeries Lafayette.
Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale.
Restaurant Maxim's.
— des Ambassadeurs.
— Laurent.
— Garnier.
— King's George.
Compagnie générale d'Assurance La Trieste.
Phénix Espagnol.
Banque Morgan Harges.
Lloyd's Bank.
Lloyd de France.
Equitable Trust.
etc, etc.
Théâtre des Champs-Elysées.
Eden.
etc, etc.

— Téléphones —
Paris - Trudaine 40-51
Grenoble 13-S0

# Theg

— Télégrammes —
Taigue - Grenoble
Taigue - Paris

## Travaux Hydrauliques et Entreprises Générales

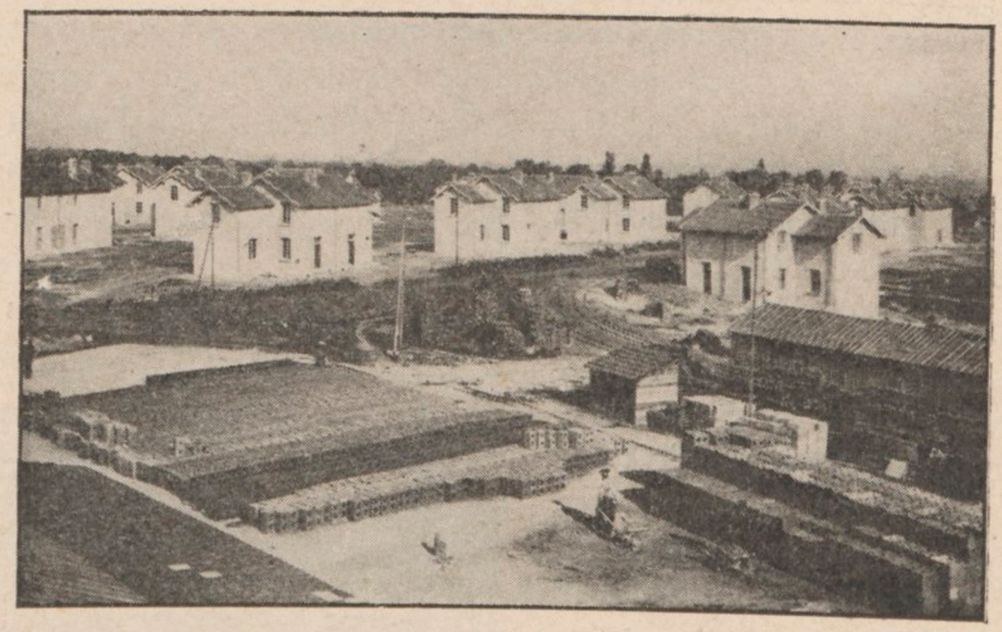
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE CINQ MILLIONS DE FRANCS

***Siège social :*** 2, rue de la Liberté, ***GRENOBLE***

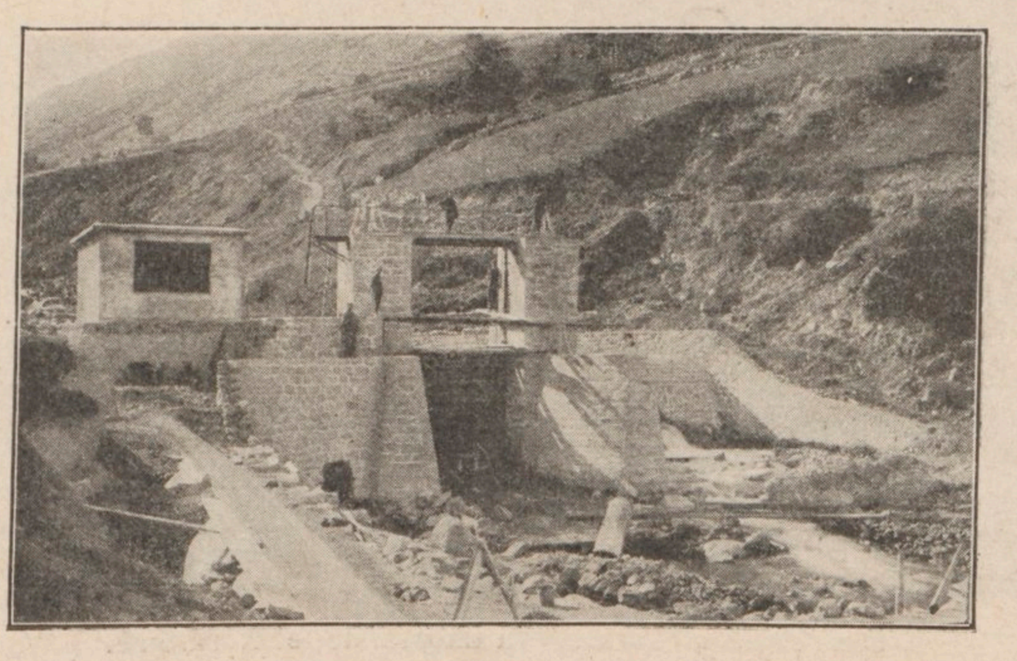
*Bureau à Paris, 55, rue de Châteaudun*

Cette Société, fondée en août 1919, au capital de 1 million de francs pour continuer et développer l'exploitation du fonds de commerce d'entreprise de travaux publics de la Maison Fayolle et Pascal de Grenoble, a dû, dès 1921, porter son capital à 5 millions de francs, tant en raison des importants marchés de travaux qu'elle a passés que des projets dont l'étude lui a été demandée.

L'expérience de ses fondateurs s'est affirmée dès sa constitution, non seulement dans l'exécution des travaux hydrauliques pour lesquels ils étaient plus spécialement qualifiés, mais encore dans les constructions industrielles de toutes sortes.



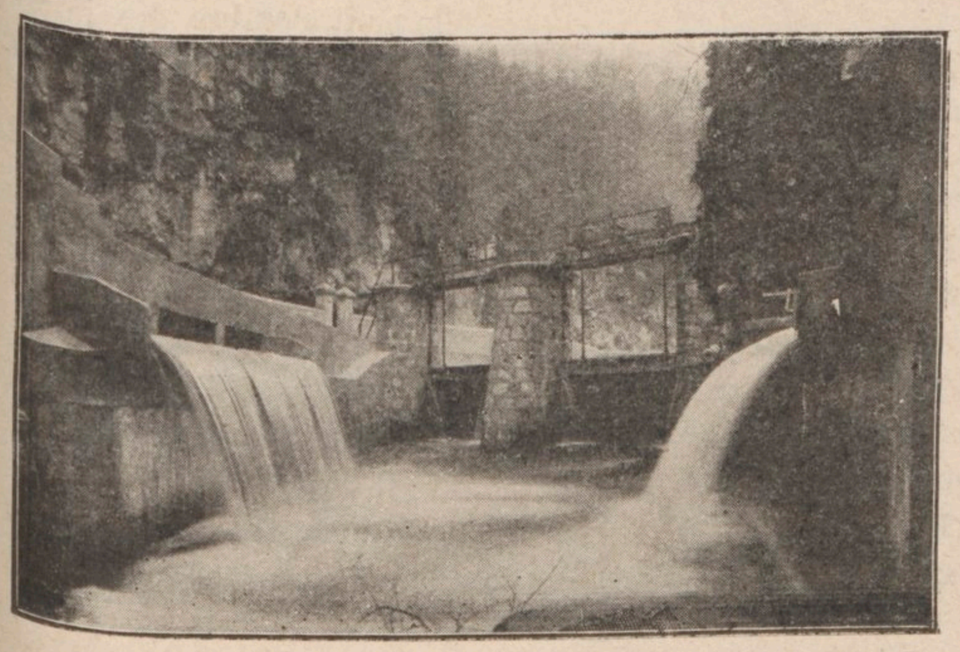
Sans rappeler les nombreux et importants aménagements de chutes d'eau de la région du Sud-Est auxquels ont participé ses fondateurs au titre d'entrepreneur général ou d'entrepreneur spécialisé, la Société *Travaux hydrauliques et entreprises générales* (" Theg "), peut, après deux ans d'existence, parmi ses entreprises en cours d'exécution ou déjà achevées, donner les suivantes en référence :



Construction d'une Cité ouvrière de 600 logements répartis en maisons de deux logements de 2, 3 et 4 pièces, pour la Société des Mines de Houille de Blanzy, à Montceau-les-Mines ;

Construction de 133 maisons ouvrières constituant plusieurs cités distinctes pour la Société des Mines de Dourges, à Hénin-Liétard (Pas-de-Calais) ;

Entreprise Générale d'aménagement d'une chute de 6 000 chevaux installée sur le Borne (Affluent de l'Arve) ;



Construction de grands halls industriels avec ossature en béton armé, à usage d'ateliers électrométallurgiques à Saint-Pierre de Rumilly et électrochimiques à Berre (Bouches-du-Rhône) ;

Travaux de terrassements pour construction d'une voie ferrée à écartement normal, à Montceau-les-Mines, et d'un embranchement industriel à voie normale, à Berre.

La Société " Theg " possédant un matériel d'entreprise important et moderne peut envisager la réalisation de tous travaux publics : chutes d'eau, bâtiments industriels, cités ouvrières, terrassements et ouvrages d'art.

Disposant aussi d'un bureau d'études complet, elle est à même de satisfaire, dans le moindre délai, à toutes demandes d'étude de projets quelconques.

# Omnium Lyonnais

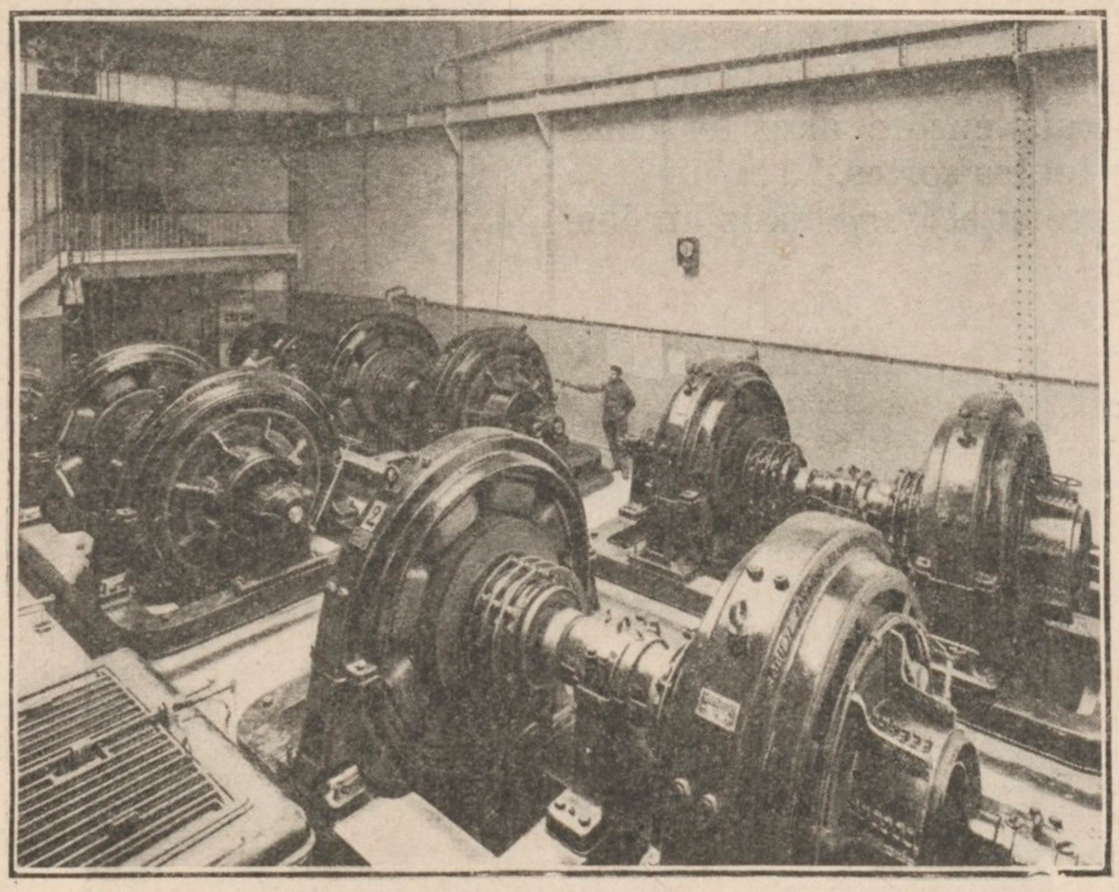
Société anonyme au Capital de DIX MILLIONS de francs

**20, Rue d'Athènes -- PARIS (IXe)**

**L'Omnium lyonnais,** créé en 1896 sous le nom « Omnium lyonnais de Chemins de fer et Tramways », s'est d'abord consacré à la construction et à l'exploitation d'un certain nombre de réseaux de tramways électriques en France. Il a également réalisé l'électrification de l'important réseau de la Compagnie des Chemins de fer à Voie étroite de Saint-Etienne, Firminy, Rive-de-Gier et Extensions. Il participe à l'exploitation des Chemins de fer sur Routes d'Algérie (réseau électrique et réseau à vapeur) et des Tramways de Genève.

L'œuvre la plus importante réalisée dans cet ordre d'idées est le *Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris,* dont les travaux de construction, qui ont duré de 1905 à 1912, ont été entièrement dirigés par l'Omnium lyonnais.

Le réseau du Nord-Sud comprend une ligne principale de la porte de Versailles à la porte de la Chapelle, d'une longueur de 13 kilomètres, et une ligne d'embranchement, d'une longueur totale de 3 kilomètres, allant de la gare Saint-Lazare à la porte de Saint-Ouen, avec bifurcation sur la porte de Clichy.



Sous-station " Tivoil " du Chemin de fer Nord-Sud.
Commutatrices doubles pour système de traction à deux ponts à 600 volts

Le nombre total de voitures motrices est de 100 ; celui des remorques, de 126.

Le réseau est alimenté par 3 sous-stations, d'une puissance installée totale de 16 500 kilowatts, reliées par un réseau de câbles souterrains d'un développement total de 50 kilomètres aux usines de la Société d'Electricité de Paris, à Saint-Denis, et de l'Union d'Electricité, à Vitry.

Le système d'alimentation électrique des trains comporte des dispositions qui, au moment de l'établissement du réseau, n'avaient encore été employées nulle part à la même échelle. C'est ainsi que fut adopté un système à deux ponts à 600 volts avec neutre au rail de roulement. Ce système permet de profiter des avantages de la tension de 1 200 volts, tant au point de vue de la réduction des pertes d'énergie qu'à celui de la suppression pratiquement complète des courants de retour dans les rails de roulement, sans avoir besoin d'isoler aucune partie des installations pour plus de 600 volts, tension classique à l'époque en traction électrique pour tramways et métropolitains.

Chaque train comporte deux motrices : l'une prenant son courant sur un fil aérien alimenté à + 600 volts, l'autre recevant son courant d'un rail latéral à — 600 volts ; suivant, la pratique usuelle en Métropolitain. La ligne aérienne de traction sur laquelle des frotteurs peuvent capter jusqu'à 1 000 ampères avec des vitesses atteignant 40 kilomètres à l'heure, sans aucune étincelle visible, a été une innovation d'autant plus intéressante que le gabarit étroit du souterrain interdisait toute complication dans la suspension de la ligne.

Les sous-stations comportent des installations spécialement adaptées au système à deux ponts et qui ont nécessité une étude approfondie.

Le réseau, très accidenté, comporte des installations électriques importantes de signalisation, d'éclairage, d'épuisement, de moyens mécaniques d'ascension.

Le succès technique du Nord-Sud se manifeste par le petit nombre des interruptions de service et par le peu d'entretien exigé par le matériel. Les résultats obtenus dans cet ordre d'idées pour le matériel roulant, la voie et la ligne aérienne de prise de courant sont tout à fait remarquables.

Depuis la guerre, l'Omnium lyonnais s'est plus particulièrement consacré à des entreprises de transport d'énergie. C'est ainsi qu'il est appelé à diriger la construction de l'important réseau de la *Société électrique de la Sidérurgie lorraine,* sur laquelle une notice est insérée dans le présent recueil.

Il a également constitué un important département d'aménagement et d'exploitation de mines métalliques.

# L'AMÉNAGEMENT

## DES CHUTES D'EAU EN FRANCE

### L'effort passé. — L'avenir.

---

L'aménagement des chutes d'eau marque, en France, un temps d'arrêt. Le contraire serait surprenant : les dépenses d'établissement nécessitées par la construction d'une usine hydroélectrique ont augmenté en d'inimaginables proportions, alors que le nombre de kilowatts-heure vendus, entre lesquels se répartit la charge annuelle fixe correspondante, est resté stationnaire, lorsqu'il n'a pas diminué. L'application de la loi de 8 heures coïncidant avec le chômage de nombre d'industries ont, en effet, notablement restreint la demande d'énergie et rendu les sociétés hydroélectriques et leurs bailleurs de fonds, pour un temps, plus circonspects. Nous ne parlons pas de la sécheresse qui est venue accroître encore les difficultés de l'année 1921, mais que l'on peut considérer comme un phénomène purement accidentel contre le retour duquel, néanmoins, il sera prudent de se prémunir.

L'heure est donc propice au recueillement. Profitons-en pour jeter un regard vers le passé et nous rendre compte de l'effort accompli au cours des trente dernières années.

Pour suivre cet effort pas à pas, année par année, il est un indice très significatif et auquel, cependant, jamais encore on n'a songé à recourir : nous voulons parler du montant annuel des appels de capitaux actions ou obligations faits par les sociétés hydroélectriques depuis 1890. Les chiffres ainsi obtenus ne représentent pas, certes, l'exacte valeur des immobilisations des entreprises qui sont l'objet de cette étude, puisqu'ils ne comprennent ni les emprunts particuliers ni, surtout, les réserves investies à nouveau. Tels quels cependant, ils permettent de se faire une idée assez exacte des diverses étapes qui ont marqué le développement de l'industrie hydroélectrique en France.

Notre enquête a porté sur 188 sociétés parmi lesquelles 139 ont pour objet principal la transmission et la distribution de l'énergie et 49 s'adonnent plus spécialement à la fabrication des produits électrométallurgiques et électrochimiques.

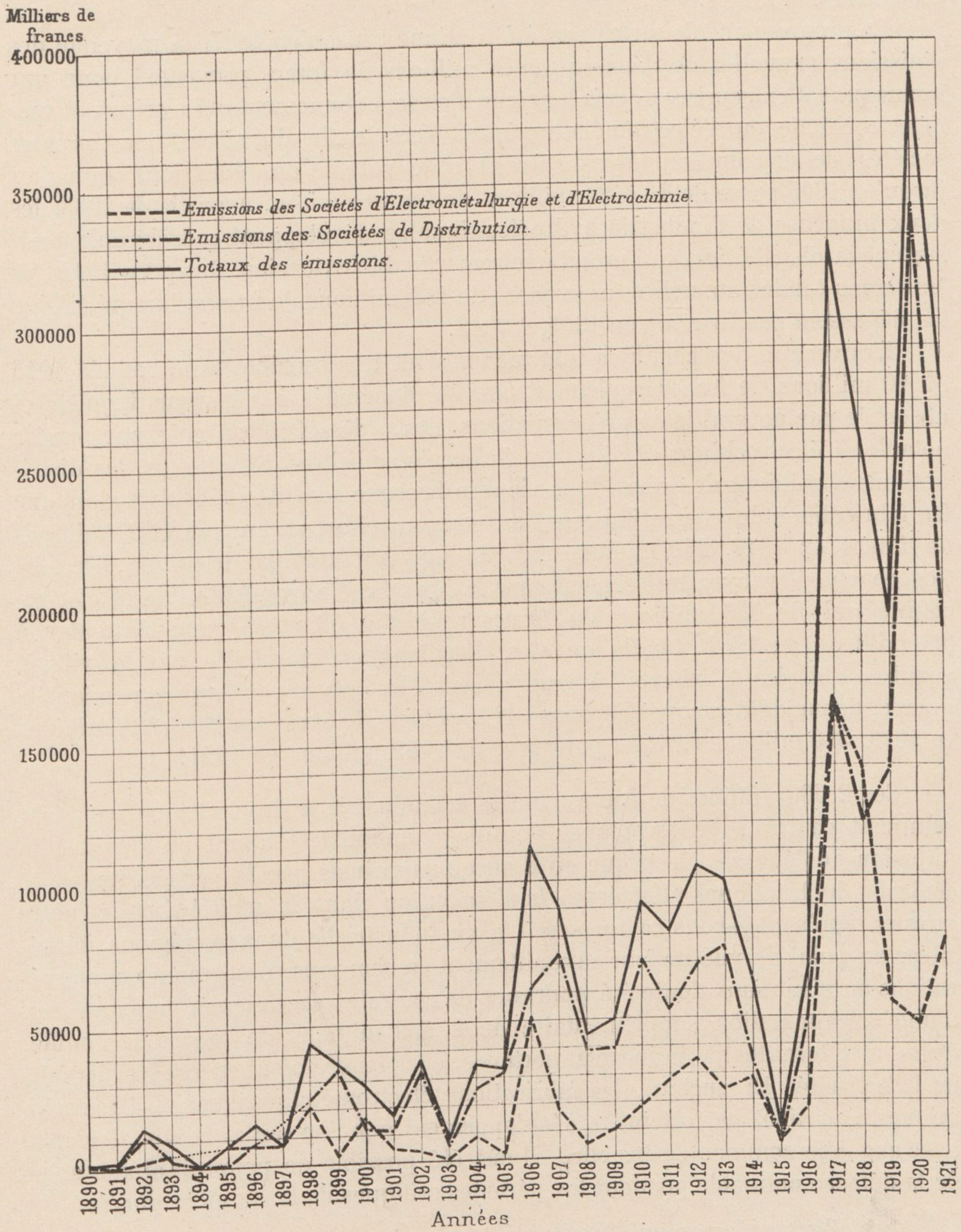
Dans la première catégorie, nous n'avons retenu que les entreprises qui s'alimentent, sinon en totalité, du moins pour la plus grande partie, à des sources d'énergie hydrauliques et, dans la seconde, nous avons laissé de côté les firmes pour lesquelles les fabrications électrochimiques ou électrométallurgiques ne sont qu'une branche accessoire de l'activité sociale.

## Tableau des émissions annuelles des sociétés d'électrométallurgie et d'électrochimie et des sociétés de distribution.

| ANNÉES | ÉLECTROMÉTALLURGIE ET ÉLECTROCHIMIE en milliers de francs | DISTRIBUTION en milliers de francs | TOTAL en milliers de francs | TOTAUX CUMULÉS en milliers de francs |
|---|---|---|---|---|
| 1890 | 600 | | 600 | 600 |
| 1891 | 250 | 1 100 | 1 350 | 1 950 |
| 1892 | 2 315 | 12 000 | 14 315 | 16 265 |
| 1893 | 5 050 | 3 000 | 8 050 | 24 315 |
| 1894 | » | 200 | 200 | 24 515 |
| 1895 | 7 100 | 200 | 7 300 | 31 815 |
| 1896 | 7 200 | 8 243 | 15 443 | 47 258 |
| 1897 | 6 800 | » | 6 800 | 54 058 |
| 1898 | 20 800 | 22 700 | 43 500 | 97 558 |
| 1899 | 2 800 | 33 360 | 36 160 | 133 718 |
| 1900 | 15 756 | 12 222 | 27 978 | 161 696 |
| 1901 | 5 100 | 11 777 | 16 877 | 178 573 |
| 1902 | 3 600 | 32 375 | 35 975 | 214 548 |
| 1903 | 400 | 6 315 | 6 715 | 221 263 |
| 1904 | 8 890 | 25 652 | 34 542 | 255 805 |
| 1905 | 2 000 | 31 221 | 33 221 | 289 026 |
| 1906 | 51 150 | 61 631 | 112 781 | 401 807 |
| 1907 | 17 275 | 73 575 | 90 850 | 492 657 |
| 1908 | 5 050 | 39 254 | 44 304 | 536 961 |
| 1909 | 10 200 | 39 694 | 49 894 | 586 855 |
| 1910 | 18 300 | 71 908 | 90 208 | 677 063 |
| 1911 | 27 882 | 53 737 | 81 619 | 758 682 |
| 1912 | 34 380 | 69 673 | 104 053 | 862 735 |
| 1913 | 24 300 | 75 236 | 99 536 | 962 271 |
| 1914 | 28 800 | 34 480 | 63 280 | 1 025 551 |
| 1915 | 5 375 | 5 000 | 10 375 | 1 035 926 |
| 1916 | 18 250 | 50 000 | 68 250 | 1 104 176 |
| 1917 | 162 700 | 164 795 | 327 495 | 1 431 671 |
| 1918 | 139 200 | 119 700 | 258 900 | 1 690 571 |
| 1919 | 56 500 | 138 497 | 194 997 | 1 885 568 |
| 1920 | 47 500 | 340 418 | 387 918 | 2 273 486 |
| 1921 | 89 000 | 189 760 | 278 760 | 2 552 246 |

Enfin, nous avons considéré comme année de l'émission celle où a paru l'avis au « Bulletin des Annonces légales » ou à défaut celle où les assemblées générales ont décidé soit l'augmentation du capital, soit l'émission d'obligations.

Si l'on consulte le tableau précédent, ainsi que la figure ci-dessous qui reproduit graphiquement les trois premières colonnes de ce tableau, on voit,




Graphique des émissions annuelles des Sociétés d'électrométallurgie et d'électrochimie et des Sociétés de distribution.

d'un coup d'œil, le chemin parcouru par l'industrie hydroélectrique en trente ans : de 1890 à la fin de 1921, le total des émissions cumulées atteint 2 552 246 000 francs.

La progression n'a certes pas été continue : jusqu'en 1897, la moyenne des émissions annuelles ne dépasse pas 10 millions de francs provenant pour une bonne part d'entreprises depuis longtemps en fonctionnement qui s'orientent vers l'électrochimie ou l'électrométallurgique. Vers la fin du siècle, les grandes sociétés de distribution se constituent et le volume des émissions annuelles jusqu'en 1905 passe de 10 à 30 millions de francs environ. A partir de 1905, les deux branches de l'industrie hydroélectrique se développent considérablement, surtout la distribution, qui prend une remarquable extension. Jusqu'en 1914, les émissions totales annuelles approchent de 100 millions de francs, lorsqu'elles ne les dépassent pas, comme en 1906 et 1912.

L'ouverture des hostilités marque un arrêt très sensible avec l'année 1915 où 10 millions de francs seulement ont été demandés à l'épargne, inquiète et absorbée par de multiples préoccupations. Mais, dès 1916, on note une reprise notable. L'électrochimie et l'électrométallurgie sollicitent 18 millions, les distributions 30 millions de francs. Puis vient le brusque saut de 1917-1918, alors que les fabrications de guerre imposent au pays un effort surhumain : 327 millions de francs en 1917, 259 millions en 1918 sont apportés par le public. L'armistice conclu, il y a ralentissement dans la branche électrométallurgie et électrochimie qui de 139 millions de francs revient à 56 et 47 pour remonter à 89 millions en 1921, tandis que les distributions, entraînées par la vitesse acquise, obligées d'achever, à grands frais, les travaux entrepris pendant la guerre, demandent encore à l'épargne 119 millions de francs en 1918, 138 millions en 1919, 340 millions en 1920 pour revenir à 189 millions en 1921.

Ces 2 500 millions de francs confiés à l'industrie hydroélectrique ont puissamment contribué à développer l'outillage national. D'abord en aidant à la diffusion de l'énergie électrique en France : supprimez, par la pensée, toutes les centrales hydrauliques affectées à la distribution dans la moitié sud de notre pays et représentez-vous ce que serait la vie industrielle dans ces régions, déshéritées au point de vue de leur ravitaillement en charbons. Les grandes agglomérations auraient sans doute été pourvues de centrales thermiques, mais au prix d'une consommation supplémentaire de 2 à 3 millions de tonnes de houille. Quant aux localités de moindre importance, elles ignoreraient encore les bienfaits de l'électricité. Et surtout, les fabrications électrométallurgiques et électrochimiques n'auraient pas atteint le développement que l'on sait et l'on se demande avec angoisse comment, sans elles, il eût été possible de pourvoir aux besoins de la défense nationale pendant les périodes critiques de la dernière guerre.

Actuellement, comment la situation se présente-t-elle en ce qui concerne l'aménagement des chutes, étant donné le coût d'établissement des travaux

hydrauliques, d'une part, et, d'autre part, les débouchés possibles du courant.

Il est un fait que le coût d'établissement des travaux hydrauliques est devenu prohibitif pour les industries électrométallurgiques et électrochimiques. Le prix de revient moyen de l'énergie électrique aux bornes des usines construites aujourd'hui ressort à 0,08 fr environ le kilowatt-heure en supposant un coefficient d'utilisation de 50 pour 100, et beaucoup de fabrications spéciales ne peuvent payer plus de deux à trois centimes et parfois moins encore.

Il ne viendra donc plus à l'idée d'un électrométallurgiste ou d'un électrochimiste de construire, de toutes pièces, une centrale électrique dont il réserverait la totalité du courant à ses fabrications.

D'autant plus qu'une crise terrible sévit sur tous les produits du four électrique. Cette industrie vivait avant la guerre de l'exportation et possédait une avance réelle sur l'étranger. Or, à la faveur de la guerre, non seulement en France, mais chez les alliés, les neutres et les ennemis, des usines ont été édifiées. Il y a aujourd'hui, dans le monde entier, surproduction. Chaque nation élève à ses frontières de formidables barrières douanières et nous voyons se fermer peu à peu, devant nous, les marchés extérieurs.

Prenons, par exemple, l'aluminium : avant la guerre la production française était absorbée, jusqu'à concurrence de 6000 tonnes environ, par la France et le reste, par l'exportation.

Les exportations avaient pour destinations principales :

| | |
|---|---|
| Allemagne | 5 100 tonnes |
| Etats-Unis | 700 — |
| Russie | 500 — |
| Angleterre | 350 — |

Depuis la guerre, le marché américain est devenu inaccessible aux exportations, par suite de l'accroissement formidable de l'industrie américaine, complété par un relèvement des droits de douane prohibitif.

D'autre part, le marché allemand, qui était notre principal consommateur, nous est fermé, parce que, pendant la guerre, l'Allemagne, qui ne possédait aucune usine d'aluminium, s'est organisée pour en produire 30 000 tonnes, quantité qui correspond à trois ou quatre fois sa consommation.

Le marché russe, qui absorbait une grande quantité d'aluminium, transformé pour partie en Allemagne et en Suisse, n'existe plus.

Les usines françaises d'aluminium n'ont donc comme ressource que le marché national, lequel ne peut absorber, en mettant les choses au mieux, que le quart ou le cinquième de la production.

Il en est de même pour les ferros. Nos principaux débouchés étaient, pour ces produits, l'Angleterre, l'Allemagne et l'Amérique. Or, en Angleterre, nous devons lutter contre la concurrence scandinave qui dispose d'énergie électrique à

meilleur marché que nous. L'Allemagne s'est mise, depuis la guerre, à fabriquer des ferros en brûlant des lignites pour produire son énergie; ses bas prix de revient, joints à la protection féroce que lui assure le gouvernement du Reich, réduisent à rien nos ventes dans ce pays.

Enfin, depuis la crise, la demande de l'Amérique s'est bien restreinte. Quelques chiffres sont significatifs; en 1912, nous avons produit 9 103 tonnes de ferro-chrome; en 1920, cette production a été de 1 055 tonnes; en 1921, elle est tombée à 394 tonnes. Nous donnons, ci-dessous, la part qui revient, dans ces chiffres totaux, au marché intérieur et à l'étranger pour les années 1920 et 1921 :

| | | Kilogrammes |
|---|---|---|
| 1920 | France | 162 038 |
| | Etranger | 893 229 |
| 1921 | France | 55 216 |
| | Etranger | 339 003 |

Pour le ferro-silicium, notre production était, en 1912, de 11 050 tonnes (livraisons en France et à l'étranger tonnage réduit à 50 pour 100) : en 1920, elle a diminué de moitié, 6 563 tonnes, et en 1921, elle n'a pas dépassé 4 349 tonnes.

Nous donnons ci-dessous la répartition entre la vente en France et la vente à l'étranger pour les années 1920 et 1921 :

| | | Francs |
|---|---|---|
| 1920 | France | 4 451 674 |
| | Etranger | 2 112 217 |
| 1921 | France | 2 587 195 |
| | Etranger | 1 752 122 |

Nous pourrions citer d'autres exemples. L'aluminium et les ferros ne sont pas des exceptions. Il nous serait facile d'en dire autant de maints autres produits du four électrique.

Est-ce à dire que l'énergie hydroélectrique verra se fermer à tout jamais le débouché précieux que constituent pour elles les fabrications électrochimiques et électrométallurgiques?

Nous ne le pensons pas. Mais il ne faudra plus que l'industrie électrométallurgique et électrochimique asservisse la chute à ses besoins exclusifs. C'est elle, au contraire, qui devra s'adapter aux fantaisies des débits.

En d'autres termes, il faut revenir à une formule qui n'est pas nouvelle puisque des auteurs qualifiés l'ont dégagée au début du siècle avec une remarquable netteté : réserver aux fabrications spéciales les excédents journaliers ou saisonniers aujourd'hui perdus et livrer le surplus de l'énergie hydroélectrique aux réseaux de distribution.

En effet, la distribution publique de l'énergie offre un débouché quasi illimité, son développement ne dépend que du crédit des sociétés qui l'assurent et, partant, des tarifs qu'elles seront autorisées à percevoir sur les usagers. Mais quoi qu'on fasse, la distribution ne peut absorber, suivant les variations du débit, toute l'énergie que la chute peut produire. Même, si l'on suppose une usine hydroélectrique parfaitement régularisée, il y aura des heures creuses où la vente est nulle, d'où perte pour l'usinier et pour le pays.

C'est pis encore lorsque l'usine est affectée à des fabrications électrochimiques et électrométallurgiques : qu'il survienne une période de crise, de mévente, l'eau est détournée des turbines, d'où perte pour l'usinier dont les charges des capitaux immobilisés continuent à courir sans recette correspondante, et perte pour la collectivité pour le gaspillage d'énergie dont le besoin se fait peut-être sentir lourdement à quelques kilomètres de là.

Résumons-nous : le temps d'arrêt dans la mise en valeur de nos fleuves et de nos torrents, que nous avons noté au début de nos observations, ne saurait se prolonger sans dommage pour le pays. Ceux qui prétendent qu'aménager une chute d'eau en ce moment est une folie en raison des sommes considérables qu'il faut immobiliser et de la charge constante qui en résultera pendant trente ou quarante exercices, font preuve d'aussi peu de bon sens que ceux qui protestent contre les augmentations de tarifs des sociétés hydroélectriques anciennes sous prétexte que l'usine et le réseau datent d'un temps où l'argent était abondant et bon marché. Ceux qui soutiennent qu'il y a trop de chutes en fonctionnement et qu'il ne faut pas pour l'instant en augmenter le nombre ne voient qu'un côté de la question. S'il y a pléthore d'énergie dans une région, ce n'est pas faute de débouché, mais de liaison vers les centres de consommation.

Le but vers lequel on doit tendre est double : améliorer la production de l'énergie hydroélectrique de manière à suivre en toute saison les variations de la demande ; assurer la complète utilisation des kilowatts-heure produits, ce qui permettra d'abaisser notablement le prix de vente moyen de l'énergie.

Cela suppose une organisation quasi nationale de la production et de la distribution de l'énergie.

Les sociétés hydroélectriques ont compris, en général, la nécessité de réaliser ce programme. Elles sont de taille à le mener à bien, si les intérêts particuliers, départementaux et communaux ne viennent pas se mettre en travers.

G. Tochon.
Secrétaire général de la Société hydrotechnique de France.

# Compagnie de Produits Chimiques et Électrométallurgiques

## ALAIS, FROGES et CAMARGUE

**Société anonyme au Capital de 160 000 000 francs**

**Siège social à LYON, 9, Rue Grolée — Siège administratif à PARIS, 126, Rue La Boëtie (8e)**

### Origines.

En janvier 1855, M. Henry Merle, demeurant à Alais (Gard), créait, au capital de 600 000 fr, une Société en commandite sous la raison sociale « Henry Merle et Cie ». En 1877, décès du gérant, remplacé par M. Alfred Rangod, dit Pechiney; la raison sociale devint « Société A.-R. Pechiney et Cie », transformée en société anonyme en 1896 sous la raison sociale « Compagnie des Produits chimiques d'Alais et de la Camargue, ancienne Société A.-R. Pechiney et Cie ». En 1914, absorption de la Société de Produits électrochimiques et métallurgiques des Pyrénées. En 1916, absorption de la Société des Forces motrices et Usines de l'Arve. En 1921, par suite de son union avec la Société électrométallurgique française, la raison sociale devient : « Compagnie de Produits chimiques et électrométallurgiques Alais, Froges et Camargue ».

### Capital.

160 millions de francs en 320 000 actions de 500 francs.

### Année sociale.

De janvier à décembre. Assemblée générale ordinaire dans le premier semestre.

### Répartition des bénéfices.

5 pour 100 à la réserve légale, 5 pour 100 aux actions ; une somme pour provisions et prévisions ; sur le solde, 10 pour 100 au Conseil, 90 pour 100 aux actionnaires.

### Cotation des titres.

Bourses de Lyon et de Paris, au comptant (première partie de la cote) et à terme.

### Installations. Usines hydrauliques.

*En Savoie*, jalonnant la vallée de l'Arc :

l'usine de La Praz, édifiée en 1893 en aval de Modane, puissance aménagée 12 900 chevaux ;

à l'aval de La Praz, l'usine de La Saussaz, à Saint-Michel de Maurienne (1903), puissance aménagée 17 800 chevaux ;

l'usine de Calypso (1891), puissance aménagée 21 000 ch ; Calypso reçoit un supplément d'énergie de la station de Saint-Félix ;

l'usine de Saint-Jean de Maurienne ou des Plans (1906-1907), puissance aménagée 25 000 chevaux ; Saint-Jean reçoit un supplément d'énergie de la station de Pontamafrey ;

l'usine d'Epierre.

*En Haute-Savoie* :

l'usine de Chedde (1895), puissance aménagée 18 100 chevaux.

*Dans les Hautes-Alpes :*

l'usine de L'Argentière La Bessée (1910) puissance aménagée 45 000 chevaux.

*Dans l'Ariège :*

l'usine d'Auzat (1908), puissance aménagée 21 000 chevaux.

*Dans l'Isère :*

l'usine de Froges.

### Usines thermiques :

l'usine de Salindres (Gard) ;
l'usine de Saint-Auban (Basses-Alpes) ;
l'usine d'Eguilles (Vaucluse ;
l'usine de Gardanne (Bouches-du-Rhône) ;
l'usine de Salin-de-Giraud (Bouches du Rhône) ;
l'usine du Chambon (Loire).

### Domaines agricoles.

En Camargue.

### Mines.

Lignites : Manosque et Lincel Saint-Martin (B.-A.)
Spath fluor : dans le Puy-de-Dôme.
Bauxites : dans les départements des Bouches-du-Rhône, de l'Héràult et du Var.

### Production.

Aluminium et alliages d'aluminium en lingots, en plaques, profilés, tôles, tubes, fils, etc., ustensiles et appareils en aluminium pur, ferro-tungstène, ferro-chrome affiné, ferro-silicium, manganèse et cupro-manganèse, acier électrique pour outils et moulages, aciers spéciaux, procédés Froges-Héroult pour la fabrication électrométallurgique de l'acier, bauxites, spath fluor.

Alumine, sulfate d'alumine, minium spécial, matières épurantes pour usines à gaz, sel marin, acide chlorhydrique, acide sulfurique, chlore liquéfié, trichloréthylène, tétrachloréthane, acide monochloracétique, chlorure de chaux, eau de Javel, soude caustique, cristaux de soude, lessive de soude, sulfate de soude, anhydride sulfureux liquéfié, sulfites, bisulfites, métabisulfites de soude et de potasse, sulfure de sodium.

Chlorure de magnésium, sulfate de magnésie, carbonate de magnésie, chlorure de potassium, brome, potasse caustique, sulfate de cuivre, sulfate de fer, chlorates de potassium, de sodium, de baryte, carbure de calcium.

### Conseil d'Aministration.

Président, M. G. Cordier ; Vice-Présidents, MM. D. Bethmont, H. Roux de Bézieux, E. Vielhomme, L. Wolff ; Vice-Président délégué, M. J. Level ; Administrateurs-délégués, MM. E. Boyoud, L. Marlio ; Administrateurs, MM. P. Azaria, P. Bernard, A. Bernheim, J. Biétrix, H. Bouchayer, E. Gillet, J. Gillet, R. Jarry, L. Merle, F. Nicolas, R. Piaton, R. Robard, J. Sonnery. E. Souchon, G. Vésier.

# Compagnie Universelle d'Acétylène

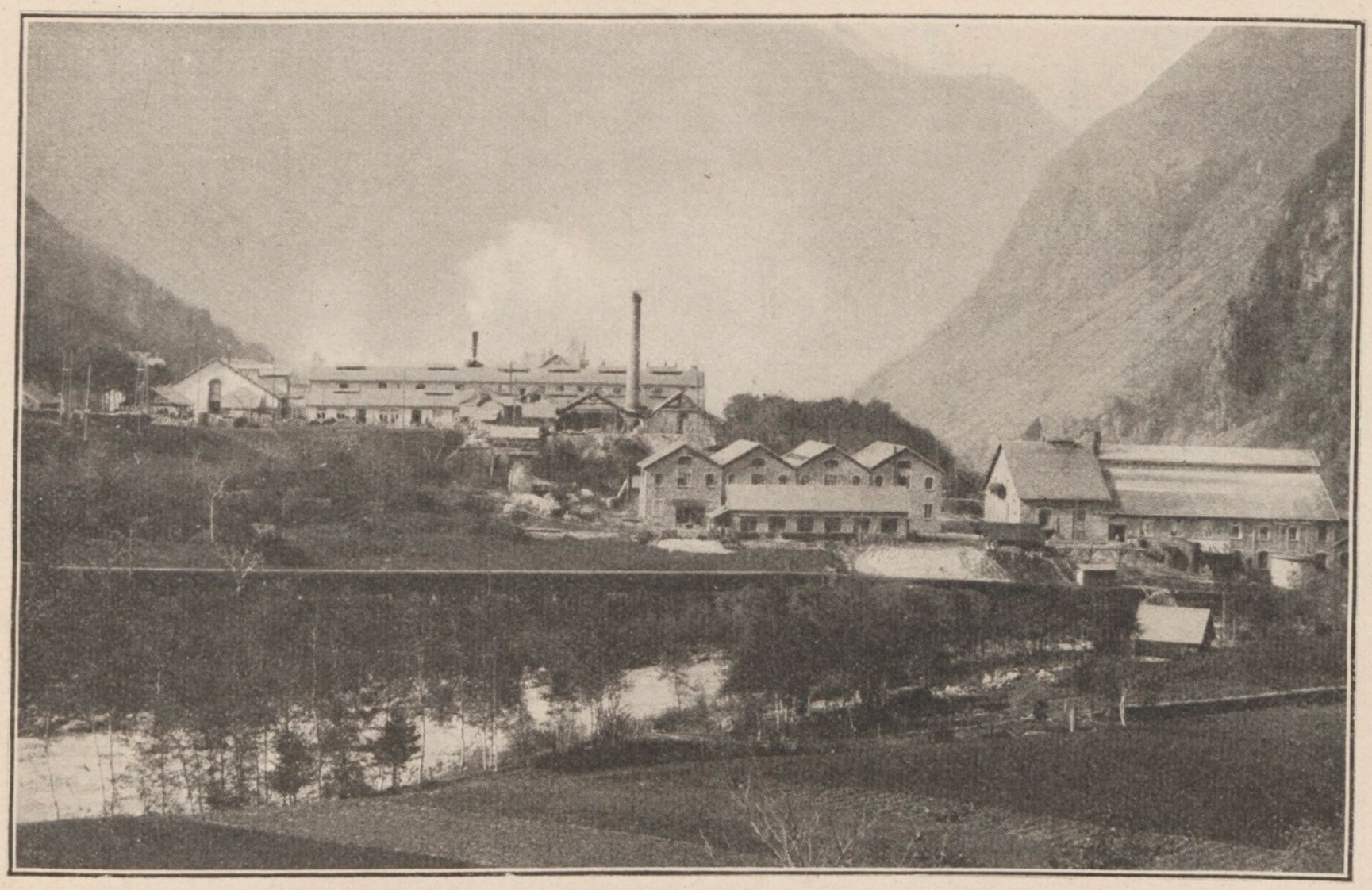
et

# d'Électro-Métallurgie

**Société anonyme au Capital de 3 800 000 francs**

**Siège social : 6, RUE PIGALLE, 6 — PARIS (9e)**

*Usines : Dans la vallée de la Romanche, aux CLAVAUX, par RIOUPEROUX (Isère)*



Usine des Clavaux (25 000 chevaux) : Vue générale

## PRODUCTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

**TROIS CHUTES D'EAU**

| | Hauteur de chute MÈTRES | Débit utilisé $M^3$ : S | Puissance aménagée CHEVAUX | |
|---|---|---|---|---|
| Pierre Eybesse.... | 42 | 14 | 6 000 | (chute donnée en location à une autre société) |
| Les Clavaux..... | 31 | 20 | 6 000 | |
| Les Roberts..... | 42 | 30 | 12 000 | |

## UTILISATION DE L'ÉNERGIE ELECTRIQUE

**USINE DE FABRICATION DES CLAVAUX, production de :**

CARBURE DE CALCIUM —:— FERRO-ALLIAGES
PRODUITS ÉLECTROMÉTALLURGIQUES ET SIDÉRURGIQUES

# Société

## des

# Hauts Fourneaux et Forges d'Allevard

Les usines d'Allevard, situées à 40 km de Grenoble, comptent parmi les plus anciennes de France. L'usine de la Gorge, en effet, existait antérieurement au XIII^e^ siècle, ainsi que l'atteste un acte en date du 7 septembre 1247 conservé dans les archives de la Société.

Les excellents minerais de la région, la présence de l'important torrent du Bréda expliquent l'origine si reculée, puis le développement de la métallurgie dans cette belle région des Alpes, et le nom d'Allevard reste attaché à bien des progrès de l'industrie sidérurgique.

A la fin du XVIII^e^ siècle, les fontes d'Allevard sont déjà très appréciées par la fonderie royale de canons de Saint-Gervais.

En 1842, l'ensemble des établissements devient la propriété d'une société en commandite. En 1906, elle se transforme en une société anonyme. Son capital actuel est de 4 000 000 francs.

Les produits d'Allevard ont joué un rôle important dans la fabrication des bandages de chemin de fer et des premières plaques de blindage, fournies en 1858 pour le cuirassé « la Gloire ».

Vers 1895 s'ouvre l'ère de la houille blanche; la Société d'Allevard, sous l'impulsion de M. Charles Pinat, son associé-gérant est à la tête du magnifique mouvement de création d'énergie électrique qui se manifeste dans les Alpes. Ses stations électriques, ses fabrications métallurgiques se développent et lui assurent, au cœur des Alpes françaises, de puissantes ressources.

Son domaine industriel se compose des mines de la Taillat, de stations hydroélectriques et d'usines métallurgiques.

Les principales stations sont :

celle de Pinsot (4 200 kw),
du Bout du Monde (5 600 kw),
du Parc (1 200 kw),
de Veyton (300 kw).

Les usines métallurgiques sont échelonnées depuis Allevard jusqu'à la vallée de l'Isère. Elles sont réunies entre elles et au réseau des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée par un chemin de fer industriel de 14 km et par une ligne de transmission d'énergie à 40 000 volts, qui les alimente.

Elles comprennent :

l'usine de la Gorge à Allevard,
l'usine du Champ-Sappey, à Saint-Pierre d'Allevard,
la petite usine de l'Ourcière, pour la taillanderie,
la très belle et très moderne usine du Cheylas dans la vallée de l'Isère, aménagée pour la fabrication des ferros.

Les principales fabrications de ces 4 usines sont : les fontes, les ferro-alliages, les aciers à outils, les aciers spéciaux, les aciers pour mines, les ressorts et aciers à ressorts de carrosserie et de chemins de fer, les aimants et la taillanderie.

Les moyens matériels mis en œuvre, l'expérience du personnel, le contrôle exercé sur toutes les phases des fabrications assurent toute garantie à la clientèle pour l'excellente qualité des produits livrés par la Société des Hauts Fourneaux et Forges d'Allevard.

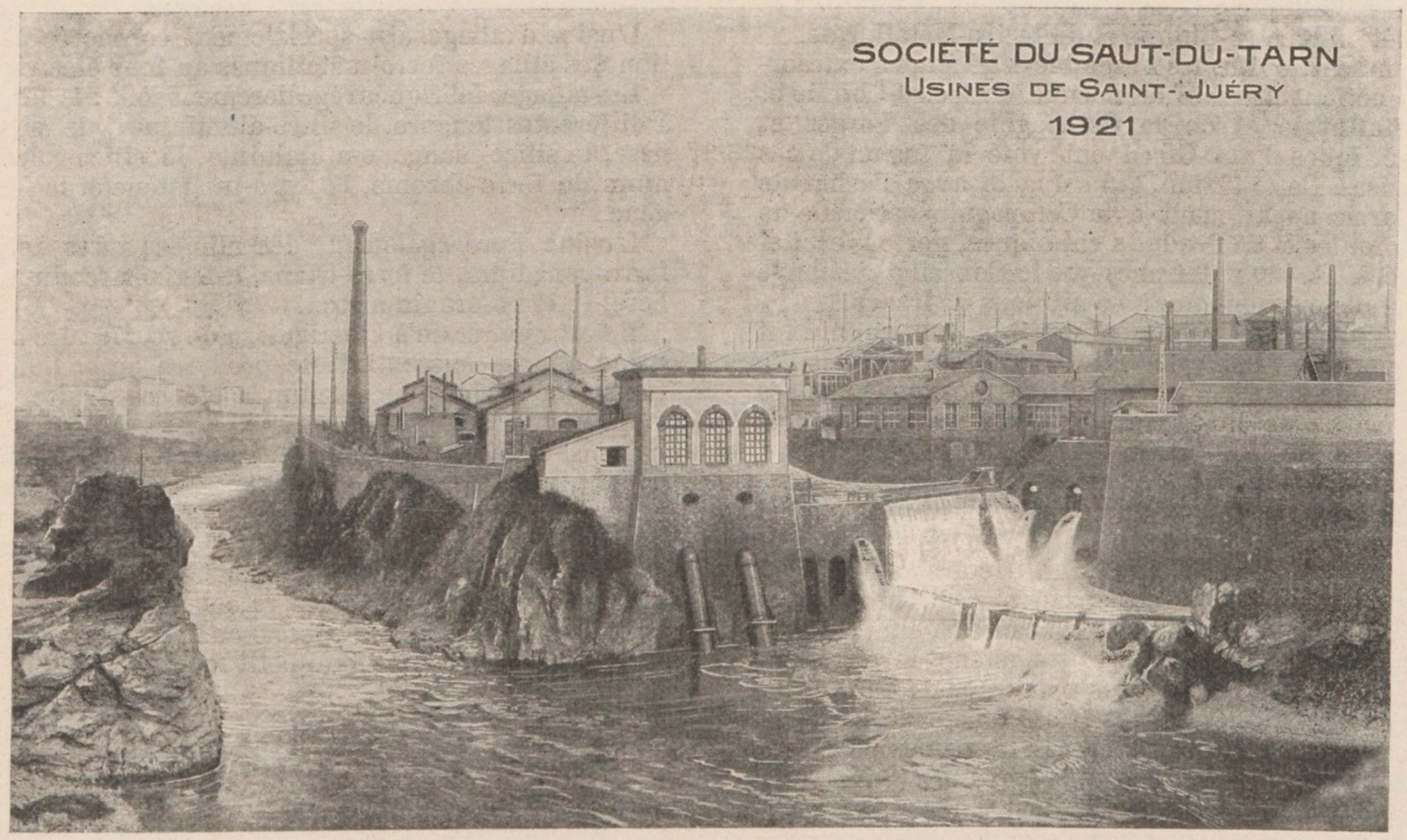
# Société anonyme

des

# Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries du Saut-du-Tarn

*Capital : 12 Millions de francs*

**Siège social : 23, Rue du Rocher à PARIS (8e)**




La Société anonyme des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries du Saut-du-Tarn, bien que constituée seulement en 1881, a aujourd'hui près d'un siècle d'existence, car sa forme actuelle n'est que le résultat des transformations qu'a subies l'entreprise de ses fondateurs : MM. Garrigou et Massenet (1824), continuée par MM. Talabot et Cie (1832) et la Société des Aciéries du Saut-du-Tarn (1870).

Des nombreux établissements qu'elle possède à Saint-Juéry, Albi, Alban, les Avalats, Ambialet (Tarn), Cosne (Nièvre), Saint-Omer (Pas-de-Calais), les plus importants, comme les plus anciens, sont ceux situés à Saint-Juéry, à l'endroit où le Tarn, abandonnant son cours torrentueux dans les gorges et les vallées profondes, entre dans la plaine d'Albi.

C'est là qu'un accident géologique (faille de roches micaschisteuses), localisé sur un espace de 600 mètres environ, a provoqué une dénivellation du lit de la rivière de près de 20 mètres, créant ainsi une chute naturelle dont le débit normal est de 30 mètres cubes par seconde.

Cette chute a été utilisée, semble-t-il, de temps immémorial, et sûrement depuis le xve siècle, par des industries diverses, mais ce sont les fondateurs des établissements actuels, puis la Société du Saut-du-Tarn elle-même, qui en ont entrepris l'aménagement rationnel, en vue de son utilisation, directe à l'origine, ensuite sous forme électrique.

Les installations actuelles permettent de produire 5 000 chevaux.

Une installation nouvelle sur la rive droite, qui sera prochainement réalisée, complétera l'utilisation totale de la chute, en fournissant une puissance supplémentaire de 10 000 chevaux.

La Société exploite encore sur le Tarn, en amont de Saint-Juéry, les chutes des Avalats (1 000 chevaux) et d'Ambialet (3 000 chevaux).

Toutes ces installations hydroélectriques, réalisées ou en projet, ne constituent pas un but par elles-mêmes : elles ne sont pour la Société du Saut-du-Tarn qu'un moyen de se procurer, dans les meilleures conditions de prix de revient, l'électricité nécessaire à sa force motrice et à la fabrication, à Saint-Juéry, de ses aciers fins et spéciaux.

Ainsi abondamment pourvue d'énergie électrique, et propriétaire de la concession minière d'Alban-le-Frayssé, la Société du Saut-du-Tarn n'est obligée de se procurer au dehors que les combustibles ; or, ses usines ont le privilège d'être situées à proximité des Mines d'Albi et de Carmaux, ce qui leur assure un minimum de frais de transport.

Ce qui précède montre que la Société du Saut-du-Tarn réunit, de la façon la plus heureuse, les éléments essentiels de toute entreprise métallurgique ; elle n'a jamais voulu se livrer à la grande production, préférant réserver tous ses soins à la qualité des produits fabriqués.

Ceux-ci, en effet : fontes en gueuses, aciers moulés, aciers pour outils, aciers rapides, limes, faux, faucilles, outils de forge, de mine, d'agriculture, fraises et mèches en acier rapide, fontes moulées, machines agricoles, etc..., se recommandent surtout par une qualité véritablement supérieure. Cette supériorité de qualité, due à la nature du minerai employé, aux procédés de fabrication et de trempe, et à un service de contrôle rigoureux des produits, est particulièrement appréciée de la clientèle fidèle du Saut-du-Tarn.

# Société d'Électro-Chimie, d'Électro-Métallurgie et des Aciéries Électriques d'Ugine

2, rue Blanche — PARIS (9e)

La Société d'Electro-Chimie a été fondée en 1889 en vue d'appliquer industriellement le procédé électrolytique de MM. Gall et de Montlaur pour la fabrication des chlorates de sodium et de potassium.

En 1915, la Société d'Electro-Chimie a acquis les usines que la Société « La Volta » possédait à Pomblière-Saint-Marcel (Savoie) ; puis, au mois d'octobre 1919, elle a fusionné avec la Société Electro-Chimique du Giffre et avec la Société des Carbures métalliques. C'est à ce moment qu'elle prit le nom de Société d'Electro-Chimie et d'Electro-Métallurgie.

Tout récemment, enfin, les Assemblées générales extraordinaires des actionnaires de la Société d'Electro-Chimie et d'Electro-Métallurgie et de la Compagnie des Forges et Aciéries électriques Paul Girod ont voté la fusion de ces deux entreprises. Cette fusion, qui coïncide avec l'achat de l'usine de Jarrie appartenant à la Compagnie nationale de Matières colorantes et de Produits chimiques, porte le capital de la Société à 54 450 000 francs que le Conseil a demandé l'autorisation d'élever ensuite à 80 millions de francs.

Indépendamment des chlorates dont la fabrication fut d'abord entreprise à l'Usine de Vallorbe (Suisse), puis ensuite à Saint-Michel-de-Maurienne, la Société fabrique dans ses différentes usines de nombreux produits parmi lesquels nous citerons les plus importants.

Le chlore et la soude électrolytiques, ainsi que le chlorure de chaux sont fabriqués à Pomblière-Saint-Marcel (Savoie) et à Jarrie (Isère).

Les anciennes usines du Giffre à Saint-Jeoire-en-Faucigny (Haute-Savoie) sont spécialisées dans la fabrication de ferro-alliages, notamment le ferro-silicium à toute teneur ; le ferro-chrome ordinaire et affiné, le ferro-tungstène, le ferro-molybdène, le manganèse pur et tous alliages manganésés, les métaux réfractaires affinés, à très basse teneur de carbone.

Le carbure de calcium est produit par les usines de Notre-Dame-de-Briançon et de Saint-Avre-la-Chambre (Savoie) et, depuis quelque temps, également par l'usine de Saint-Michel-de-Maurienne qui fabrique aussi l'aluminium par le procédé universellement adopté : électrolyse ignée d'un mélange d'alumine pure et de cryolithe.

La fabrication du sodium fut installée en 1900 à l'usine des Clavaux (Isère). Jusqu'à cette époque, on n'avait jamais fabriqué, en France, plus de 50 kg de sodium par jour. Pendant la guerre, en 1915, on mit en route dans cette même usine la fabrication industrielle du magnésium, obtenue par l'électrolyse du chlorure anhydre fondu. Cette installation est encore à l'heure actuelle la seule qui fonctionne en France. On fabrique également aux Clavaux de l'aluminium, du calcium, du cérium, du peroxyde de sodium, de l'oxygène par voie électrolytique et des alliages ultra-légers, type « elektron ».

L'alumine nécessaire à la fabrication de l'aluminium est préparée à La Barasse (Bouches-du-Rhône) à partir des bauxites. Cette usine a remis en marche dernièrement sa fabrication de cyanure de sodium.

De même que celles de La Barasse, les usines de Pierre-Bénite (Rhône) et de Villers-Saint-Sépulcre (Oise) sont à proprement parler des usines purement chimiques. L'une et l'autre produisent de l'acide fluorhydrique, de l'eau oxygénée, de la cryolithe artificielle, du fluorure de sodium. En ce qui concerne leurs fabrications spéciales, nous citerons : pour Pierre-Bénite, l'oxygène, l'acétylène dissous ; pour Villiers-Saint-Sépulcre, l'ammoniac anhydre ou en solution, le cyanure de sodium, le perborate de sodium, le carbonate d'ammoniaque.

Quant à l'usine de Martigny (Suisse), elle est spécialement outillée pour la fabrication du sodium et du peroxyde de sodium.

Il y a lieu de citer, enfin, l'usine hydroélectrique de Séchilienne, sur la Romanche (Isère), construite pendant la guerre, ainsi que l'usine de Fully, installée par M. Boucher, dont la force motrice utilise une chute brute de 1650 mètres et qui est une usine de secours destinée à suppléer, en hiver, aux manques d'eau dont souffrent toujours à cette saison les autres usines de la région.

La Société d'Electro-Chimie et d'Electro-Métallurgie ayant fusionné avec les Etablissements P. Girod possède à Ugine deux usines de fabrication bien distinctes : d'une part, l'usine d'alliages, d'autre part, l'aciérie.

L'usine d'alliages est spécialement consacrée à la fabrication des alliages ferro-métalliques au four électrique.

Les alliages fabriqués régulièrement sont : le ferro-silicium à différentes teneurs, le silico-aluminium, le silico-manganèse, le silico-mangano-aluminium, le silico-calcium-aluminium, le ferro-chrome, le ferro-tungstène et le ferro-molybdène.

L'usine livre également des alliages rares tels que : le ferro-vanadium, le ferro-titane, le ferro-zirconium, le ferro-bore, le ferro-uranium etc...

Il faut ajouter qu'à l'instigation du service des poudres une usine annexe susceptible de produire annuellement 15 000 tonnes de carbure de calcium a été construite pendant la guerre.

L'ensemble de l'aciérie peut couler 60 000 tonnes annuellement, soit 35 000 à 40 000 tonnes de produits marchands. On y fabrique et transforme, pour livraisons sous toutes formes, des lingots, blooms, billettes, barres, pièces moulées et forgées, le cas échéant, des aciers de toutes nuances courantes et spéciales, normales, et, éventuellement, on peut fabriquer sur analyse pour des quantités d'au moins 3000 kg, c'est-à-dire une coulée d'un petit four :

| | |
|---|---|
| Lingots, maximum ..... | 15 000 kg |
| Pièces en acier coulé, maximum..... | 25 000 kg |
| Pièces en acier coulé, minimum ..... | 5 kg |

Barres laminées, de 3 à 160 mm de diamètre maximum.
Barres forgées, de 600 mm de diamètre environ.

En annexe de l'aciérie existe une scierie mécanique desservie directement par l'embranchement des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée et qui est capable de débiter journellement 12 m³ de bois, soit planches, solives, madriers ou charpentes. Cette scierie est complétée par un atelier de menuiserie mécanique pouvant produire 5 fois le débit de la scierie en planches à parquet, planches rabotées et bouvetées.

A Venthon est installée une fabrication de carborundum et de produits réfractaires à base de carborundum.

D'autre part, la Société possède à Courtepin (Suisse) une usine de ferro-alliages et de carbure de calcium de 5 000 chevaux.

Le domaine hydraulique des anciens Etablissements Paul Girod est particulièrement intéressant, non seulement en raison de son importance, mais également parce qu'il est groupé autour d'Ugine et que les débits de plusieurs de ses stations centrales seront prochainement régularisés par le lac de la Girotte, profond de 90 mètres et dont la surface est à 1736 mètres d'altitude.

Le débit moyen de ce domaine hydraulique correspond à une puissance de 25 000 kw environ, qui peut être doublée dans la période des hautes eaux.

Le total de la puissance installée est, en chiffres ronds, de 50 000 kw. Les travaux du lac et la chute de Belleville sont actuellement en cours.

Au total, la Société d'Electro-Chimie, d'Electro-Métallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine peut produire, en moyenne, 70 000 kw correspondant à près de 700 000 000 kw-h, dont la majeure partie est utilisée par les fabrications de la Société, le surplus étant exporté dans les Savoies et à Lyon.

*Avril 1922.*

# SOCIÉTÉ DES GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE

**SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 24 MILLIONS DE FRANCS**

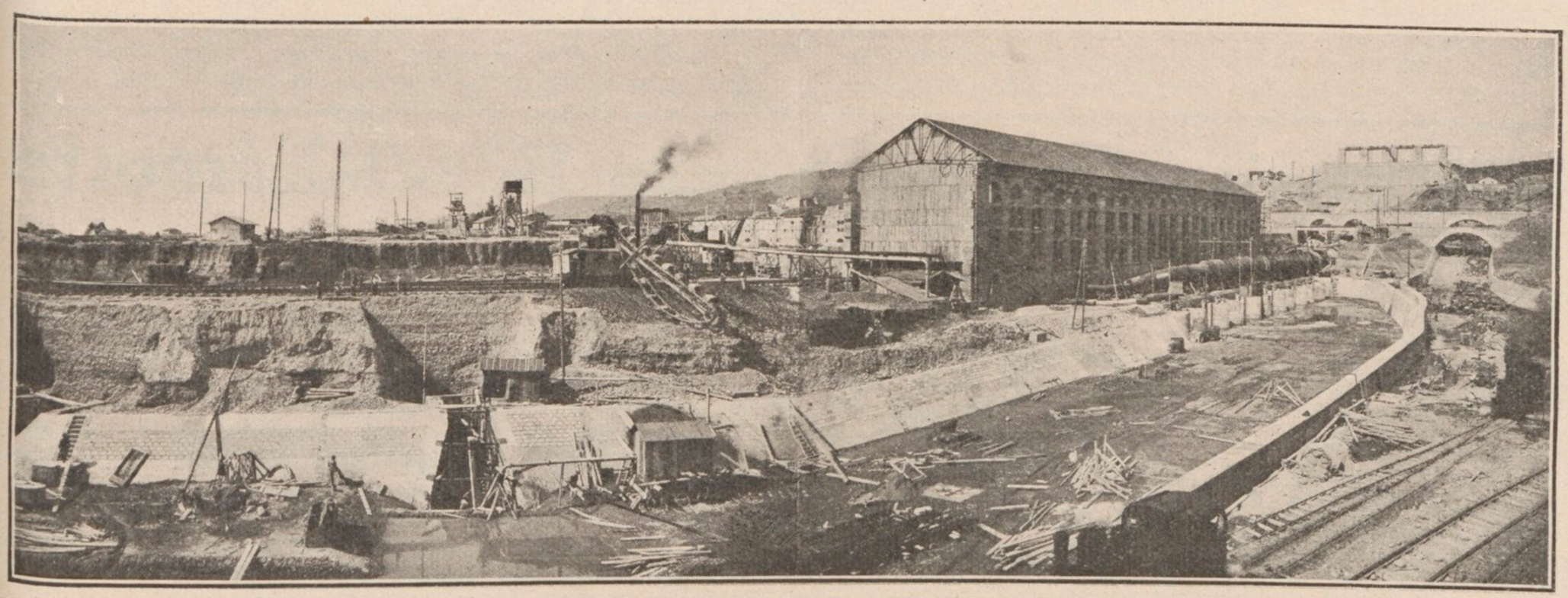
***Siège social à MARSEILLE : 16, Boulevard Notre-Dame***

**BUREAUX A PARIS : 25, Rue de Courcelles (8e)**

La Société des Grands Travaux de Marseille, fondée en 1891, a acquis une compétence spéciale dans l'industrie de l'utilisation des forces hydrauliques.

C'est ainsi qu'avec le concours de maisons amies elle vient d'achever, pour le compte de la Société « Energie électrique du Littoral méditerranéen », l'usine hydroélectrique de Sainte-Tulle sur la Durance, et qu'elle achève pour le compte de la même Société l'installation annexe d'une très importante centrale thermique.

Le canal d'amenée de l'usine hydraulique qui a 10,6 km de longueur peut débiter 120 mètres cubes par seconde. Deux conduites en béton armé de 5 m de diamètre intérieur alimentent 5 groupes de turbo-alternateurs de 7 500 kw chacun; deux de ces groupes sont en fonction depuis un an; deux autres sont en montage.



Usine de Sainte-Tulle. — Vue de l'usine hydraulique prise pendant la construction de l'usine thermique.

Le canal de fuite qui ramène les eaux à la Durance a 3,4 km de longueur. L'ensemble des deux canaux et des conduites a nécessité la construction d'ouvrages spéciaux pour une soixantaine de traversées de routes, chemins vicinaux ou ruraux, chemins de fer, canaux d'arrosage, torrents, etc.

L'usine hydraulique est prolongée, vers l'aval, par l'usine thermique de façon à faire une seule salle des machines de 175 m de longueur sur 21 m de largeur.

La partie thermique, actuellement en montage, comprendra 4 groupes turbo-alternateurs de 15 000 kw chacun, alimentés par 4 batteries de 8 chaudières chacune, contenues dans deux grands bâtiments en béton armé de 85 m par 39 m, munis des installations les plus modernes.

L'usine hydraulique et l'usine thermique ont comme annexe un bâtiment des tableaux de 75 mètres sur 12 m prolongé par un poste de 94 m sur 20 m.

Cette importante entreprise, commencée en fin 1917, et qui occupait par moment plus de 3 000 ouvriers, a été menée à bien depuis cette époque sans interruption, malgré toutes les difficultés de la guerre et de l'après-guerre.

# "L'Aluminium Français"

Société anonyme au Capital de 15 000 000 francs

**Siège social : 12, Rue Roquépine — PARIS (8e) — USINE A CHAMBÉRY (Savoie)**

« L'Aluminium français » a été fondé en 1911 par les cinq Sociétés qui, à cette époque, représentaient l'industrie française de l'aluminium. Son capital a été entièrement souscrit par ces cinq Sociétés.

Tout en centralisant l'organisation commerciale des producteurs, la Société « l'Aluminium français » s'occupe de la transformation de l'aluminium et des alliages légers en demi-produits : plaques de laminage, billettes pour la tréfilerie, tôles, bandes, disques, tubes et profilés ; elle poursuit également dans ses laboratoires toutes les études techniques concernant les emplois et les applications industrielles de l'aluminium et de ses alliages, en s'efforçant de donner à ces travaux une large publicité au moyen de brochures, catalogues, expositions permanentes et temporaires en France et à l'étranger.

L'importance prise chaque jour par les emplois de l'aluminium en électricité a conduit « l'Aluminium français » à stimuler tout particulièrement le développement des fabrications concernant cette application. Les hautes qualités conductrices du métal jointes à cette propriété primordiale, la légèreté, tendent à le substituer au cuivre pour la construction des lignes aériennes, principalement par l'emploi de conducteurs mixtes à âme d'acier. Les types normaux de ces conducteurs à 7 brins avec âme constituée par un fil d'acier, à 37 et à 61 brins avec âme constituée par 7 fils d'acier, sont les plus couramment employés. Les questions concernant les modes de fixation de ces câbles sur leurs isolateurs, leur jonctionnement et les modes de dérivation, étant aujourd'hui résolues d'une façon entièrement satisfaisante, « l'Aluminium français » s'est préoccupé du développement de la fabrication des organes accessoires nécessaires au montage des lignes.

Dans les centrales de distribution, l'aluminium est également utilisé dans le montage des tableaux, sous forme de barres plates omnibus pour les haute et basse tensions, avec une économie sensible de métal, puisqu'un kilogramme d'aluminium remplace 2,330 kg de cuivre.

« L'Aluminium français » possède une usine à Chambéry spécialement outillée pour le laminage des tôles qui sont couramment livrées au commerce. Ces tôles ont généralement les dimensions de 1 mètre sur 2 mètres, mais un outillage perfectionné permet de traiter des plaques pouvant peser jusqu'à 600 kg et d'obtenir des tôles de 3 mètres de largeur et 9 mètres de longueur utilisées par la grosse chaudronnerie pour la fabrication des cuves, tanks de brasserie, bacs, wagons-réservoirs, matériel pour les industries chimiques et matériel roulant en général. Sous de faibles épaisseurs le métal est laminé en bandes livrées en rouleaux jusqu'à 500 mètres de longueur.

L'usine de Chambéry occupe 200 ouvriers et est alimentée en énergie par la Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan qui lui fournit du courant triphasé à 10 000 volts, lequel est transformé dans l'usine pour actionner 26 moteurs de 1,5 à 400 chevaux correspondant à une puissance nominale totale de 1 400 chevaux qui entraînent les différents laminoirs et les autres machines ; la capacité de production moyenne de l'usine est de 300 tonnes par an.

# Société industrielle des Produits Électrochimiques Bozel-Lamotte

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 14 200 000 FR.

**Siège social : 9, Rue de Milan — PARIS (9e)**

Cette Société a été constituée le 6 mai 1898 sous le nom de Compagnie générale d'Electrochimie de Bozel, afin d'exploiter divers brevets dont les principaux étaient relatifs à l'électrolyse des sels alcalins halogènes. Depuis, elle s'est surtout adonnée aux industries des fours électriques.

A l'origine, le capital de la Société était de 4 000 000 francs. Il est actuellement de 14 200 000 francs.

La Société a absorbé en 1910 la Société niçoise d'Electrochimie et a fusionné le 1er juin 1922 avec la Société industrielle de Produits chimiques et la Société commerciale de Carbure et de Produits chimiques, prenant à ce moment sa raison sociale actuelle.

Il a été émis, en 1911, 3 000 000 francs d'obligations de 500 francs, 4,5 pour 100.

**Installations.** — I. — La Société exploite en Savoie les *Usines du Villard*, près Bozel. A proximité des usines sont :

Une mine d'anthracite appartenant à la Société.

Une carrière de calcaire reliée aux fours à chaux qu'elle alimente par un câble transporteur et une carrière de quartzite. L'énergie est fournie par :

*a*) La Centrale de Ballandaz qui comprend 6 groupes de 600 chevaux et 1 groupe de 1 000 chevaux.

*b*) La Centrale de Champagny comprend trois groupes de 3 000 chevaux avec un emplacement pour un quatrième.

La Société dispose en outre en Savoie de trois chutes non encore équipées : l'une sur le Grand Doron, 187 mètres de hauteur, avec un débit utilisable de 15 000 litres par seconde, 4 000 au minimum ; l'autre sur le Doron de Bozel de 80 mètres de hauteur, débit de 3 000 à 8 000 litres par seconde et une troisième sur le Doron de Pralognan : 510 mètres de chute, capable de donner dans les 20 000 à 25 000 chevaux.

II. — La Société exploite dans les Alpes-Maritimes l'*Usine de Plan du Var*, à 25 km de Nice.

Une carrière de calcaire, reliée par un câble transporteur traversant le Var à la ligne de chemin de fer qui dessert l'usine, approvisionne les fours à chaux qui alimentent la fabrication de carbure.

La Société possède des droits sur la chute du Haut-Var : 343 m de hauteur, capable de fournir une vingtaine de milliers de chevaux.

III. — La Société exploite dans l'Oise, l'*Usine de Lamotte-Breuil*, à 14 km de Compiègne, pour la fabrication électrolytique du chlore et des alcalis caustiques. L'énergie est produite par un groupe turbo-dynamo et par des machines à vapeur d'une puissance totale de 2 800 chevaux.

IV. — La Société exploite, enfin, dans la Seine-Inférieure, l'*Usine du Tréport*.

**Produits fabriqués.** — Au *Villard*, la Société fabrique du carbure de calcium, du ferro-silicium à toutes teneurs, du silicium à 95 pour 100, du siliciure de calcium, etc.

Au *Plan du Var*, on fabrique du carbure de calcium, du ferro-manganèse, des savons spéciaux, etc.

A *Lamotte-Breuil*, du chlore liquéfié, du chlorure de chaux, de l'eau de javel, des lessives de potasse et de soude caustiques, de la soude caustique, des dérivés de l'acétylène, puissants dissolvants des corps gras, tétrachloréthane, trichloréthylène, perchloréthylène, etc.

Au *Tréport*, la Société fabrique des monochromates et bichromates alcalins.

11 octobre 1922.

# TABLE DES MATIÈRES

# TABLE DES MATIÈRES

**Préface,** par J. Blondin, directeur de la « Revue générale de l'Electricité » . . . 5

## L'Œuvre et la Vie d'Ampère

**Ampère, Mathématicien,** par P. Appell, membre de l'Institut. . . . . 11

**Ampère, Professeur au Collège de France,** par Marcel Brillouin, professeur au Collège de France . . . . . 21

**Ampère, Son Œuvre chimique**, par Louis de Launay, membre de l'Institut. . 31

**Ampère, Précurseur,** par A. Pérot, professeur à l'École Polytechnique . . . . 37

**Ampère et la Télégraphie**, par J.-B. Pomey, ingénieur en chef des Télégraphes. 41

**Ampère, le Philosophe, l'Homme,** par P. Boucherot, président du Syndicat des Ingénieurs électriciens français. . . . . 47

**Ampère, son Œuvre en Électricité**, par G. Gouy, membre de l'Institut. . . 59

**Ampère, sa Vie**, par H. Coquet, ingénieur E. S. E. . . . . 65

**Ampère, ses Mémoires sur l'Électrodynamique**. . . . . 75

## Fête commémorative du Centenaire des Découvertes d'Ampère

**Manifestation en l'honneur du Centenaire des Découvertes d'Ampère,** sous la présidence de M. A. Millerand, président de la République française. 83

**Comité de Patronage de la Manifestation**. . . . . 84

**Comité d'Organisation de la Manifestation**. . . . . 88

**Discours de M. Daniel Berthelot**, président du Comité d'Organisation. . . 89

**Discours de M. P. Appell**, recteur de l'Académie de Paris. . . . . 95

**Discours de M. P. Janet**, directeur du Laboratoire central d'Électricité et de l'École supérieure d'Électricité. . . . . 97

**Discours de M. Raynald Legouëz,** président de l'Union des Syndicats de l'Électricité. . . . . 105

**Discours de M. P. Boucherot,** président de l'Union des Syndicats d'Ingénieurs. 109

**Discours de M. Mailloux,** président de la Commission électrotechnique internationale. . . . . 113

**Discours de M. Yves Le Trocquer**, ministre des Travaux publics. . . . . 137

**Allocution de M. A. Millerand**, président de la République française. . . 141

## L'Industrie électrique française
## Cent ans après les Découvertes d'Ampère.

**La Construction du Matériel électrique en France,** par J. Tribot-Laspière, secrétaire général de l'Union des Syndicats de l'Électricité . . . . . 145

Compagnie générale électrique de Nancy . . . . . 157
Société alsacienne de Constructions mécaniques . . . . . 158
Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston . . . 160
Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont. . . . . 162
Compagnie Électro-Mécanique. . . . . 164
Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'usine à gaz . . . 166
Ateliers Neyret-Beylier et Piccard-Pictet. . . . . 168
Etablissements Brandt et Fouilleret . . . . . 170
Compagnie générale d'Électricité. . . . . 172
Schneider et C^ie^. . . . . 173
Compagnie de Construction électrique, Issy-les-Moulineaux. . . . . 174
Société de Construction électrique, Lyon . . . . . 175
Compagnie de Fives-Lille . . . . . 176
Établissements industriels de E.-C. Grammont et de Alexandre Grammont. . 177
Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné. . . . . 178
Société des Porcelaines et Appareillages électriques Grammont . . . . . 180
L'Éclairage des Véhicules sur rails. . . . . 180
Ateliers Laurent Couffinhal. . . . . 181
Compagnie générale d'Électro-Céramique . . . . . 182
Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force, anciens établissements Clémançon. . . . . 184

Société des anciens Établissements Cuvier fils, Wyss et Cie . . . . . 185
Société française Gardy . . . . . 186
Maison Bréguet . . . . . 187
Compagnie générale des Câbles de Lyon . . . . . 188
Établissements Jules Richard . . . . . 189
Constructions électriques de France . . . . . 190
Legendre frères . . . . . 191
La Métallurgique électrique . . . . . 192
Chauvin et Arnoux . . . . . 193
Société des Accumulateurs électriques . . . . . 194
Établissements Bouchayer et Viallet . . . . . 195
Ateliers de Constructions électriques de Delle . . . . . 196
Appareillage électrique Mizéry et Bonvoisin . . . . . 197
Ateliers J. Carpentier . . . . . 198
Compagnie anonyme continentale pour la Fabrication des Compteurs à gaz et autres Appareils . . . . . 199
Établissements Paul Gadot . . . . . 200
Da et Dutilh . . . . . 200
Appareils électriques et Compteurs Garnier . . . . . 201
Anciens établissements Sautter-Harlé . . . . . 201
L'Electrification industrielle . . . . . 202
Compagnie CEMDEN . . . . . 202

**Le développement des distributions d'énergie électrique en France,** par C. Duval, directeur des Services électriques à la Société générale d'Entreprises et C. Lavanchy, ingénieur à la Société générale d'Entreprises. 203

Énergie électrique du Littoral méditerranéen . . . . . 222
Énergie électrique du Sud-Ouest . . . . . 230
Union d'Électricité . . . . . 234
Énergie électrique du Nord de la France . . . . . 238
Sud-Lumière . . . . . 242
Électricité de Strasbourg . . . . . 246
Sud-électrique . . . . . 250
Société méridionale de Transport de Force . . . . . 255
Compagnie parisienne de Distribution d'Énergie électrique . . . . . 258
Société générale de Force et Lumière . . . . . 260
Compagnie électrique de la Loire et du Centre . . . . . 262
La Houve, société anonyme de Mines et d'Électricité . . . . . 264
Société électrique du Nord-Ouest . . . . . 266
Société électrique de la Sidérurgie lorraine . . . . . 268
Société alsacienne et lorraine d'Electricité . . . . . 269
**Le Triphasé** . . . . . 270

Société d'Éclairage et de Force par l'Électricité à Paris . . . . . 271
Société des Forces motrices de la Vienne . . . . . 272
Compagnie du Gaz de Lyon . . . . . 273
Les Papeteries de France . . . . . 274
Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône . . . . . 275
Compagnie lorraine d'Électricité . . . . . 276
Compagnie centrale d'Énergie électrique . . . . . 277
Société parisienne pour l'Industrie des Chemins de fer et des Tramways électriques . . . . . 278
Compagnie auxiliaire d'Électricité et d'Entreprises . . . . . 280
Société générale d'Entreprises . . . . . 282
Compagnie générale d'Entreprises électriques . . . . . 283
L'Électro-Entreprise . . . . . 284
Travaux hydrauliques et Entreprises générales . . . . . 285
Omnium lyonnais . . . . . 286

**L'Aménagement des chutes d'eau en France**, par G. Tochon, secrétaire général de la Société hydrotechnique de France . . . . . 287

Compagnie des Produits chimiques et électrométallurgiques Alais, Froges et Camargue . . . . . 294
Compagnie universelle d'Acétylène et d'Électrométallurgie . . . . . 295
Société des Hauts Fourneaux et Forges d'Allevard . . . . . 296
Société anonyme des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries du Saut-du-Tarn . . 297
Société d'Électro-Chimie, d'Électro-Métallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine . . . . . 298
Société des grands Travaux de Marseille . . . . . 299
Aluminium français . . . . . 300
Société industrielle des Produits électrochimiques Bozel-Lamotte . . . . . 300

## ILLUSTRATIONS

**Portrait d'Ampère** (planche hors texte).
**Monument d'Ampère**, à Lyon . . . . . 13
**Statue élevée à Ampère**, près de sa maison natale, à Poleymieux (Rhône) . . 33
**Portrait d'Ampère**, d'après un dessin de Deymarie . . . . . 38
**Vue de Poleymieux** . . . . . 61
**La maison natale d'Ampère**, à Poleymieux . . . . . 61
**Le tombeau des deux Ampère**, au cimetière Montmartre, à Paris . . . . . 69
**La table et les appareils originaux d'Ampère**, conservés au Laboratoire de Physique du Collège de France . . . . . 93
**Fac-similé de la plaque commémorative**, offerte à la commune de Poleymieux et inaugurée le 5 août 1906 . . . . . 108

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

*Le Gérant :* J. Blondin.

RGE

12, place de Laborde

**PARIS VIII^e^**

# REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

**réunissant**

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1901-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

La *Revue générale de l'Electricité* a été créée en janvier 1917, à l'instigation de M. Blondel, membre de l'Institut, pour remplacer les deux principales revues électriques publiées en France à cette époque : *La Lumière électrique* et *La Revue électrique*.

*La Lumière électrique* était la plus ancienne revue qui ait été consacrée à l'électricité : son premier numéro date du 15 avril 1879. A la suite de l'Exposition internationale d'Electricité et du Congrès international des Electriciens qui se tinrent à Paris en 1881, cette revue prit elle-même un caractère international et groupa parmi ses rédacteurs et ses lecteurs les électriciens de tous les pays. Propriété de M. C. Herz, qui avait consacré des sommes importantes à l'entretien de cet organe, elle fut admirablement rédigée jusqu'à l'année 1894 où M. Herz, ayant dû quitter la France, s'en désintéressa.

Grâce à l'initiative du rédacteur en chef de cette époque, M. Ledeboer, elle fut continuée immédiatement sous le nom de *L'Eclairage électrique*. En février 1895, M. Ledeboer, appelé hors de France par ses occupations personnelles, résigna ses fonctions entre les mains de M. J. Blondin qui en devint le directeur scientifique jusqu'en 1904.

Pendant ces neuf années la propriété de *L'Eclairage électrique* passa successivement entre les mains de divers éditeurs. A la suite d'un nouveau changement de propriétaire en 1903, les rédacteurs de *L'Eclairage électrique* fondèrent, d'accord avec la majeure partie de son Comité de Direction et avec l'appui financier de M. A. Gauthier-Villars, éditeur libraire, *La Revue électrique* dont la direction fut confiée à M. J. Blondin. En 1908, cette revue devint l'organe de l'Union des Syndicats de l'Electricité, qui venait d'être créée; la même année, *L'Eclairage électrique*, qui continuait à paraître, reprit le nom de la publication à laquelle elle avait succédé : *La Lumière électrique*.

En 1915, M. A. Blondel, parvint à poser les jalons d'une fusion des deux revues. Grâce à l'appui moral de M. Brylinski, président de la Société française des Electriciens, au concours de M. Gabriel Cordier, président de l'Union des Syndicats de l'Electricité, à la bonne volonté de tous les intéressés, une société au capital de 400 000 francs, souscrit par 226 actionnaires, était fondée en 1916 pour l'exploitation de la nouvelle revue résultant de la fusion des deux anciennes et qui porte le nom de *Revue générale de l'Electricité*.

Depuis janvier 1917, la *Revue générale de l'Electricité* a paru régulièrement, malgré les difficultés inhérentes aux événements, chaque semaine par numéros contenant de 48 à 60 pages de texte. Actuellement chaque numéro contient normalement :

Un fascicule de 40 pages de texte où sont publiés les articles originaux et les analyses des travaux importants parus dans les revues françaises et étrangères intéressant les savants et les techniciens de l'électricité ; les matières de ce fascicule sont réparties sous cinq rubriques : Chronique, Section scientifique et technique, Section industrielle, Section économique et financière et Section de Législation ;

Un fascicule de 8 pages de texte, intitulé « Bulletin R. G. E. », où sont insérés les faits-divers concernant l'industrie électrique et les industries qui s'y rattachent ; il comprend les rubriques suivantes : Machines et appareils, Nouvelles et Echos, Informations, Sociétés industrielles, Notices et Catalogues, Ouvrages récents, Brevets récents, Cours des métaux, Index économique (cours de matières premières), Index économique (pour la tarification de l'énergie électrique) ;

Un troisième fascicule de 8 pages de texte intitulé « Documentation » dans lequel sont données chaque semaine 60 à 100 courtes analyses des articles et mémoires concernant l'électricité publiés dans le monde entier ; ces analyses sont classées en sections, comme les matières du premier fascicule, et indexées suivant les règles de la classification décimale de l'Institut international de Bibliographie de Bruxelles et ne sont imprimées que sur le recto des feuilles afin d'en permettre le découpage et le collage sur fiches en vue de leur classement méthodique.

Deux fois par mois est publié un quatrième fascicule, de 8 pages de texte en moyenne, intitulé « Union des Syndicats de l'Électricité » et consacré aux travaux de cette Union et des Syndicats qui la constituent

Avec une périodicité variable est publié un fascicule de 8 à 32 pages, donnant les « Comptes rendus des Travaux de la Société hydrotechnique de France ».

Dans les mêmes conditions de périodicité sont publiés les « Comptes rendus des Travaux de la Chambre syndicale des Constructeurs du gros Matériel électrique ».

Enfin 80 pages environ d'annonces intercalées entre ces divers fascicules tiennent le lecteur au courant de toutes les nouveautés créées par l'industrie électrique française.

## ADMINISTRATION & RÉDACTION

**Conseil d'Administration.** *Président :* M. Gabriel Cordier, président d'honneur de l'Union des Syndicats de l'Électricité, président de l'Union des Industries métallurgiques et minières. *Vice-Présidents :* MM. Raynald Legouez, président de l'Union des Syndicats de l'Électricité, vice-président de la Chambre de Commerce de Paris ; Ferdinand Meyer, président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique, président du Conseil d'Administration de la Compagnie continentale Edison. *Membres* : MM. Paul Bizet, Daniel Berthelot, Émile Brylinski, Henri Cahen, Charles Duval, Paul Eschwege, Eugène Fontaine, Émile Girardeau, Lazare Lévi, René Masse, Natalis Mazen, Marcel Meyer, Charles Michel, Marcel Paré, Joseph Petit, Maurice Saurel, Armand Ticier.

**Comité de Rédaction.** *Président* : M. André Blondel, membre de l'Institut, professeur à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées. *Vice-Présidents :* MM. Émile Brylinski, président d'honneur et délégué général des Syndicats professionnels des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique, président du Comité électrotechnique français ; Paul Janet, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, directeur du Laboratoire central et de l'École supérieure d'Électricité ; Maurice Leblanc, membre de l'Institut, ancien président de la Commission électrotechnique internationale.

**Direction** : M. Joseph Blondin, professeur agrégé de l'Université.

# Périodiques et Ouvrages en vente aux Bureaux de la
## REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

### Périodiques.

**L'Éclairage électrique** et **La Lumière électrique** (2e série) de 1896 à 1916; prix de la collection complète, **1 500** fr ; numéros dépareillés, le numéro, **3** fr.

**Revue générale de l'Électricité ;** tomes I et II, dépareillés, le volume, **15** fr ; numéros dépareillés des 11 premiers tomes, le numéro, **3** fr ; collection complète des 11 premiers tomes, **440** fr. Abonnement ; France, **75** fr ; Étranger, **90** fr.

**Bulletin de la Société française des Electriciens ;** années 1920 et 1921, le volume, **60** fr, le numéro séparé, **8** fr. Abonnement : France, **60** fr. Étranger, **64** fr.

**Journal de Physique théorique et appliquée :** de 1896 à 1919 (1915 et 1918 n'ont pas paru et 1919 est incomplète) prix du volume : **50** fr ; numéros dépareillés, le numéro, **5** fr. Tables de 1872 à 1901 : **20** fr.

**Le Journal de Physique et le Radium :** 1920 (6 mois), le volume, **30** fr ; 1921, le volume, **65** fr ; numéros dépareillés, **8** fr. Abonnement : France, **65** fr ; Étranger, **80** fr.

**Radioélectricité :** 1920-1921, le numéro, **3** fr. Abonnement : France, **30** fr, Étranger, **36** fr.

*Frais de port et emballage en sus pour les collections.*

### Publications du Ministère de l'Agriculture.

**I. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région des Alpes)**

COMPTE RENDU ET RÉSULTATS DES ÉTUDES ET TRAVAUX AU 31 DÉCEMBRE 1915

Tome VIII. — 1 vol., 26 cm × 17 cm, 664 pages avec une pochette de figures et planches, **80** fr.
Tome IX. — 1 vol., 26 cm × 17 cm, 450 pages, avec 2 pochettes de figures et planches, **100** fr.

**II. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest)**

Tome I a VIII : COMPTE RENDU ET RÉSULTATS DES ÉTUDES ET TRAVAUX

**Bassin de l'Adour.** Résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 vol. broché, **12** fr.
**Bassin de la Garonne.** Résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 vol. broché, **24** fr.

Les résultats obtenus depuis 1911 par les opérations effectuées pour chaque bassin sont réunis en pochettes-fascicules qui se vendent chacune séparément.

**Bassins de la Nive, du Saison et du Gave d'Oloron** (4 fascicules). — **Bassin de l'Adour** (4 fascicules).
**Bassin de la Garonne** (4 fascicules). — **Bassin de Salat** (5 fascicules).
**Bassins de l'Ariège et de l'Aude** (5 fascicules). — **Bassins de l'Agly, Têt-Tech, Signe** (2 fascicules).

**III. Liste des principales Usines hydrauliques de la Région des Alpes en 1916**

1 vol. broché, 26 cm × 17 cm, 27 pages avec 2 cartes en couleur, **12** fr.

*Frais de port et d'emballage en sus.*

### Publications du Ministère des Travaux publics.

**Statistique des Distributions d'Énergie électrique en France.** Un volume cartonné, 43 cm × 33 cm, de 710 pages, 1920. Prix, aux bureaux : **30** fr ; port et emballage en sus : pour Paris, **5** fr. pour la province **10** fr.

Voir le compte rendu bibliographique publié dans la *Revue générale de l'Électricité*, 15 janvier 1920, t. VII, p. 73 et 93.

### Publication de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

**L'Aluminium dans l'Industrie électrique.**

***Rapports de la XV· Commission de l'Union des Syndicats de l'Électricité, 1920.***

Un volume, 28 cm × 22 cm, 104 pages et 10 planches doubles hors texte ; 11 planches simples. Prix, broché, **10** fr.

## Publications du Comité électrotechnique français.

**Règles françaises d'Unification du Matériel électrique.** Fascicule 10 : IV. Machines électriques (matériel de traction excepté). Prix : **3,50** fr.

**Comité électrotechnique français,** Fascicule 11 : Statuts et Règlement intérieur. Prix : **1,25** fr.
Fascicule 12 : Règles françaises d'unification du matériel électrique, V. Spécification des machines électriques.

---

## Publications de la British Engineering Standards Association.

*Ces publications contiennent le texte anglais et sa traduction française.*

**Règles britanniques d'unification pour les Machines électriques** (Moteurs de traction exceptés).

N° 72. — Règles revisées en septembre 1917. — Prix net : **1,25** fr (port et emballage en sus).
Traduction française faite en 1918.

**Règlement britannique d'unification pour les Compteurs électriques**

N° 37. — Règles revisées en janvier 1919. — Prix net : **1,25** fr (port et emballage en sus).
Traduction française faite en 1920.

**Spécification unifiée britannique pour Ciment de Portland**

N° 12. — Règles revisées en 1920. — Prix net : **1,25** fr (port et emballage en sus).
Traduction française faite en 1921.

**Spécification unifiée britannique pour les Aciers employés dans les Constructions navales**

N° 13. — Règles revisées en septembre 1920. — Prix net : **1,25** fr (port et emballage en sus).
Traduction française faite en 1921.

**Spécification unifiée britannique pour les Aciers employés dans la construction des Chaudières marines**

N° 14. — Règles revisées en mars 1907. — Prix net : **1,25** fr (port et emballage en sus).
Traduction française faite en 1921.

**Spécification unifiée britannique pour les Aciers employés dans la construction des Ponts, etc., et dans les Constructions métalliques en général**

N° 15. — Règles revisées en août 1910. — Prix net : **1,25** fr (port et emballage en sus).
Traduction française faite en 1921.

**Spécification unifiée britannique pour les Pièces en acier forgés, hors lingots, employées dans les Constructions navales**

N° 29. — Règles revisées en novembre 1908. — Prix net : **1,25** fr (port en sus).
Traduction française faite en 1921.

**Spécifications unifiées britanniques pour le Matériel roulant du Chemin de fer**

N° 24. — Règles revisées en 1921. — 6 fascicules. Prix net de chacun des fascicules : **1,25** fr (port en sus).

---

## Annuaires.

**Annuaire de 1922 de l'Union des Syndicats de l'Électricité;** Un volume, 22 cm × 14 cm; 1390 pages. — Prix : **30** fr.

**Annuaire 1922 du Syndicat professionnel des Industries électriques ;** Un volume, 24 cm × 16 cm ; 1308 pages. — Prix : **30** fr.

**Annuaire 1921-1922 du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique ;** Un volume, 28 cm × 22 cm ; 260 pages, 20 cartes. — Prix : **20** fr.

**Annuaire 1921-1922 de la Houille blanche,** par Auguste Pawlowski. Un volume, 28 cm × 22 cm ; 194 pages, 7 cartes. — Prix : **16** fr.

*Frais de port et emballage en sus.*

## Ouvrages techniques

**Calcul des lignes aériennes au point de vue mécanique par des abaques,**
par A. Blondel, membre de l'Institut. Un volume, 28 cm × 22 cm, 64 pages. Prix, broché : **5** fr.
Abaque universel, 100 cm × 75 cm. Prix : **9** fr.
Deux coefficients de majoration pour fils et câbles en cuivre, 31 cm × 21 cm. Prix : **1** fr.

**Calcul électrique des lignes à haute tension au moyen d'abaques universels,**
par A. Blondel et Ch. Lavanchy. Une brochure, 27 cm × 21 cm, 92 pages, 30 figures. Prix, broché : **12** fr.
Abaque en 2 couleurs, 100 cm × 60 cm. Prix : **18** fr.

---

**Cahier des charges pour les Distributions d'Énergie,** par Paul Bougault, un volume, 26 cm × 17 cm, 348 pages, Prix : **25** fr.

**Manuel des autorisations de voirie pour les Distributions d'Energie,** par Paul Bougault, un volume, 26 cm × 17 cm, 480 pages. Prix : **20** fr.

**La législation nouvelle des chutes d'eau,** par Paul Bougault, un volume, 26 cm × 17 cm, 266 pages. Prix : **25** fr.

---

**Théorie du coup de bélier,** par Lorenzo Alliévi, traduit par Daniel Gaden. Deux volumes brochés, 28 cm × 18 cm, 134 pages de texte, 64 figures et abaques. Prix : **6** fr.
Voir le compte rendu bibliographique publié dans la *Revue générale de l'Électricité*, 5 mars 1921, t. IX, p. 305.

**Contraction de Lorentz et relativité (Cohésion, gravitation, électromagnétisme),**
par F. Guéry, ingénieur en chef des services électriques de l'Omnium lyonnais. Une brochure, 28 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures. Prix, broché : **4,50** fr.

---

**Cours d'électricité et de magnétisme,** par Émile Piérard, professeur à l'Université de Bruxelles, ingénieur en chef, directeur d'Administration des Télégraphes belges.
Tome II. Un volume, 25 cm × 17 cm, 487 pages, 284 figures. Prix : **40** fr.
Tome III. Un volume, 25 cm × 17 cm, 330 pages, 292 figures. Prix : **26** fr.
Voir les comptes rendus bibliographiques, publiés dans la *Revue générale de l'Électricité*, 11 février 1922, t. XI, p. 178 et 9 septembre 1922, t. XII, p. 338.

---

**Comment s'est fait l'aménagement des chutes d'eau en France,** par J. Tribot-Laspière.
Une brochure, 24 cm × 16 cm, 39 pages. Prix : **2** fr. **50**.

---

**Notions sommaires d'électrotechnique,** par R. de Valbreuze. Un volume, 22 cm × 14 cm, 178 pages
Prix : **6** fr.

*Frais de port et emballage en sus.*

## *Ouvrages divers*

CAMBON (V.). — Les échanges franco-américains. Un volume 22 cm × 14 cm, 44 pages, 0,75 fr.

CAMBON (V.). — Vers l'expansion industrielle. Un volume, 22 cm × 14 cm, 56 pages, 0,50 fr.

CAMINATI (C.). — L'échauffement et la ventilation des machines électriques de grande puissance. Un vol., 22 cm×14 cm, 40 pages, 2 fr.

CHEVRIER (G.). — Etude sur les résonances dans les réseaux distribution par courants alternatifs. Un vol., 22 cm × 14 cm, 76 pages, 2,50 fr.

DALEMONT (J.). — L'usure anormale des turbines. Un volume, 22 cm × 14 cm, 61 pages avec planches, 2,50 fr.

DEVAUX-CHARBONNEL. — Le télégraphe et la traction monophasée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 2 fr.

INSTITUT DE PHYSIQUE DE POITIERS. — Vers l'échange américain. Un volume, 27 cm × 20 cm, 49 pages, 1 fr.

KORDA. — La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais. Un vol., 22 cm × 14 cm, 219 pages, 6 fr.

MAUV (P.). — Emission de signaux par les centrales électriques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 68 pages, 8 fr.

NIETHAMMER. — Moteurs à collecteurs à courants alternatifs. Un volume, 22 cm × 14 cm, 130 pages, 5 fr.

PIÉRARD (E.). — Théorie sommaire de la règle à calcul. Une brochure, 25 cm × 16 cm, 16 pages, 1,50 fr.

POINCARÉ (H.). — Conférences sur la télégraphie sans fil, 1909. Un volume, 22 cm × 14 cm, 86 pages, 15 figures, 2 fr.

## *Extraits de la « R. G. E. »*

AMET (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 46 pages, 7,50 fr.

BARGETON (P.) et GENKIN (V.). — Tarification d'énergie électrique en fonction du facteur de puissance de l'abonné. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2 fr

BATICLE (E.). — Le calcul des intensités dans les transformateurs disposés suivant le montage de Scott et ses conséquences au point de vue de la puissance maximum admissible. Une brochure 28 cm × 22 cm, 4 pages, 2 fr.

BETHENOD (J.). — Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

BLONDEL (A.) et CARBENAY (F.). — Méthode d'analyse expérimentale des propriétés des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 4 fr.

BLONDEL (A.) et LAVANCHY (C.). — Contribution à la théorie des audions générateurs, conditions d'amorçage et degré d'amortissement des oscillations de faible amplitude obtenues par ces appareils. Une broch., 28 cm × 22 cm, 26 pages, 4 fr.

CAUSSE (A.) et GOUA (H.). — Aménagement des usines hydro-électriques de pointes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 19 p., 3 fr.

CHARPENTIER (P.). — Les phénomènes d'interruption dans l'huile et les possibilités de réglementation des appareils. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

ESBRAN (E.). — La locomotive électrique et la traction des trains à grande vitesse. Une broch., 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

GARIEL (M.) — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure 28 cm × 22 cm, 18 p., 3 fr.

GIRAN (H.). — Les industries électrochimiques et électrométallurgiques dans les Pyrénées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 2 fr.

GIROUSSE (G.). — Note sur les pertes de courant qui se produisent le long d'une voie de tramway. Deux brochures, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 4 fr.

GOUINEAU (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

JANCULESCO (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

JEOFFRE (L.). — Le régulateur universel système Sewer, pour turbines hydrauliques à haute chute (Pelton). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

LATOUR (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

LEHMANN (TH.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 19 pages, 3 fr.

LE MONNIER (J.). — Sur une nouvelle méthode d'essai indirecte des machines asynchrones. Une broch., 28 cm × 22 cm, 6 pages, 3 fr.

LE MONNIER (J.). — Sur les moteurs asynchrones synchronisés modernes et leur démarrage. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

LHÉRIAUD (J.). — Le retour du courant de traction dans un réseau à courant alternatif monophasé. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 23 pages, 3 fr.

MAYNARD (E.). — Etude sur l'utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 124 pages, 15 fr.

MEYER (P.). — Les artères à 120 000 volts du réseau d'Etat de transport d'énergie électrique dans les régions libérées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3 fr.

MORIN (P.). — L'énergie hydraulique dans le Massif Central de la France. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

OETTINGER (C.). — Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condenseurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 1 fr.

OTS-CHEVALIER (L.). — Essai d'une théorie générale des diagrammes vectoriels en électricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 5 fr.

PELLION. — Applications au repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletinde la Société française des Electriciens*, n° 90), 2,75 fr.

PÉROT (A.). — Législation des unités de mesures commerciales et industrielles. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 16 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*), n° 87, 2,50 fr.

RACAPÉ (A.). — Poste de 900 kw installé sur les canalisations triphasées, 5 250 v, 50 p : s, de la Compagnie d'Electricité de Marseille. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 p., 3 fr.

REYVAL (J.). — L'usine génératrice hydroélectrique de la Loue, à Mouthier. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 4 fr.

REYVAL (J.). — La centrale de Comines. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 30 pages, 4 fr.

REYVAL (J.) et SUET. — L'usine hydroélectrique de Beaumont-Monteux. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 4 fr.

SCOUMANNE (F.). — Une distribution nationale d'énergie électrique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 28 pages, 4 fr.

SPARRE (DE). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3 fr.

SZARVADY (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

THIELEMANS (L.). — Calculs, diagrammes et régulation des lignes de transmission d'énergie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 76 pages, 12 fr.

TOGNA (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

WATERNAUX (M.). — Usines hydro-électriques du Louron. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3,50 fr.

WATERNAUX (M.). — L'usine électrochimique de Lannemezan. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

---

(Frais de poste et d'emballage en sus.)

# LE JOURNAL DE PHYSIQUE ET LE RADIUM

*Publication de la Société française de Physique*

*réunissant*

## JOURNAL DE PHYSIQUE
THÉORIQUE ET APPLIQUÉE

FONDÉ EN 1872, PAR CH. D'ALMEIDA

## LE RADIUM
(RADIOACTIVITÉ, RADIATIONS, IONISATION)

FONDÉ EN 1904, PAR JACQUES DANNE

REVUE MENSUELLE

**ABONNEMENTS D'UN AN : France, 65 fr; Étranger, 80 fr.**

POUR L'ANNÉE 1920, DE JUILLET A DÉCEMBRE, LES 6 NUMÉROS : FRANCE, 30 FR; ÉTRANGER, 40 FR.

**LE NUMÉRO (64 à 96 pages) : 8 francs**

RÉDACTION : 10, RUE VAUQUELIN, PARIS (V^e^). — ADMINISTRATION : 12, PLACE DE LABORDE, PARIS (VIII^e^).


**Le Journal de Physique et le Radium**, qui paraît mensuellement depuis juillet 1920, résulte de la fusion du « Journal de Physique théorique et appliquée » et de la revue « Le Radium ».

Le « Journal de Physique théorique et appliquée » a été fondé en 1872, au lendemain de nos désastres, par J.-Ch. d'Almeida, en vue de développer l'étude et l'enseignement de la physique. Dès les premières années de son existence, il acquit une grande notoriété dans les milieux scientifiques par l'intérêt et la valeur des articles qu'il publiait. Tenant un juste milieu entre les « Comptes rendus de l'Académie des Sciences », où, de par les règlements, ne peuvent être publiées que de courtes notes servant en quelque sorte d'enregistrement aux découvertes scientifiques, et les « Annales de Chimie et de Physique », dans lesquelles ces découvertes sont présentées avec de longs développements, le « Journal de Physique théorique et appliquée » donnait à ses lecteurs,sous une forme à la fois suffisamment concise et suffisamment détaillée, un exposé très net des travaux des physiciens français. Il leur fournissait aussi, tant par la publication d'articles de mise au point que par celle d'une abondante et très soignée documentation bibliographique, une vue d'ensemble des plus suggestives sur l'évolution mondiale de la physique. Aussi, lors de la mort de J.-Ch. d'Almeida était-il déjà fort répandu, non seulement parmi les physiciens de France et de l'étranger, mais encore parmi tous ceux qui, à un titre quelconque, s'intéressent aux progrès des sciences physiques.

D'éminents physiciens continuèrent l'œuvre du fondateur. Ce furent d'abord MM. E. Bouty, A. Cornu, E. Mascart, A. Potier; plus tard ceux-ci s'adjoignirent M. G. Lippmann, puis M. Lucien Poincaré. En 1911, le « Journal de Physique théorique et appliquée » devint l'organe officiel de la Société française de Physique tout en restant distinct de celle-ci au point de vue financier et sa direction fut confiée à M. Amédée Guillet. Sous l'active et savante impulsion de ces physiciens, son importance technique grandit d'année en année et dès 1904 chaque volume annuel ne contenait pas moins de 1 000 à 1 100 pages. En 1914, le « Journal de Physique théorique et appliquée » était ainsi devenu une revue scientifique dont la physique française pouvait à juste titre s'enorgueillir.

La guerre vint briser cet essor. Tout d'abord la suspension des recherches scientifiques, puis leur orientation dans des buts intéressant la Défense nationale vinrent tarir les sources auxquelles s'alimentait la rédaction. Ensuite s'ajoutèrent les difficultés financières résultant de l'augmentation des prix d'impression et des cours fantastiques atteints par le papier. Pour ces diverses raisons, et malgré tous les efforts de MM. E. Bouty et Amédée Guillet, le « Journal de Physique théorique et appliquée » ne put paraître que d'une façon irrégulière pendant ces dernières années.

La revue « Le Radium » a été fondée en 1904, par Jacques Danne dans le but de diffuser les résultats des nombreux travaux que venait de faire éclore la découverte récente du radium. Il était particulièrement consacré à la radioactivité et à l'étude des radiations. Comme le « Journal de Physique », il publiait une documentation bibliographique abondante et soignée pour les parties de la physique dans lesquelles il s'était spécialisé.

La guerre vint en suspendre la publication après dix ans d'existence. En 1919, la publication reprenait et malgré la mort de Jacques Danne, survenue en mars 1919, continuait jusqu'au moment où fut décidée la fusion de cette revue avec le « Journal de Physique ».

Il importait, pour le bon renom de la science française, que le « Journal de Physique » reprît désormais une publication régulière. Mais il fallait surmonter des difficultés financières que connaissent encore, à l'heure actuelle la plupart des revues scientifiques et techniques.

Pour atteindre ce dernier but, il parut que la meilleure solution était la fusion des deux revues « Le Radium » et « Journal de Physique » et la formation d'une société financière dotée d'un capital suffisant pour assurer l'exploitation de la nouvelle revue résultant de cette fusion.

Les concours ne manquèrent pas pour sa réalisation : MM. Bouty et Guillet, propriétaires du « Journal de Physique », désireux de voir la France enfin dotée d'un périodique solidement organisé et disposant de ressources propres à assurer son développement et lui permettre de refléter tous les aspects de la physique, firent don gracieux de la propriété du « Journal de Physique » à la Société française de Physique. Celle-ci, d'accord avec M. Gaston Danne, frère du fondateur de « Le Radium », réalisa la fusion des deux publications en une seule, et décida de confier la gestion de celle-ci, pour une durée prolongée, à une société spécialement formée dans ce but. Les larges libéralités de quelques personnes s'intéressant à la physique, les souscriptions plus modestes de nombreux physiciens, permirent la réunion d'un capital de 300 000 fr divisé en 1 200 actions réparties entre près de 250 actionnaires et le 27 juillet 1920 la Société « Journal de Physique » était constituée.

Pendant que se poursuivaient les négociations relatives à la fusion des deux publications et à la formation de la société, les personnes chargées de la réduction ne restaient pas inactives. Aussi dès sa première séance, le Conseil d'Administration de la société exploitante pouvait-il décider que le premier numéro de la nouvelle revue serait daté de juillet 1920 et que 6 numéros seraient publiés au cours de cette année 1920. Le nombre des pages de chaque numéro varie de 64 à 80; pour indiquer leur contenu nous ne pouvons mieux dire que de donner l'extrait suivant de l'avertissement de M. P. Langevin qui se trouve en tête du premier numéro.

## EXTRAIT DE L'AVERTISSEMENT

Dans l'esprit de ceux qui auront à diriger le nouvel organe, son but essentiel sera de représenter dans ses diverses manifestations l'activité scientifique des physiciens de langue française ou des étrangers qui voudront bien les honorer de leur collaboration, et de leur fournir au point de vue bibliographique les informations abondantes et rapides dont ils ont besoin.

Dans le cadre dont nous disposons et que nous espérons pouvoir élargir à brève échéance, le choix que nous aurons à faire entre les articles originaux qui nous seront adressés et la place que nous pourrons leur accorder seront déterminés uniquement par le souci d'obtenir une expression exacte et impartiale du travail de tous, avec une tenue générale fidèle à nos traditions de précision et de clarté.

La moitié de chaque numéro sera, jusqu'à nouvel ordre, consacrée aux analyses des livres nouveaux et des mémoires parus dans les plus importants des périodiques français et étrangers et pourvue d'une pagination spéciale permettant la reliure séparée. Par entente avec les publications bibliographiques étrangères et en participant à une organisation générale qui s'élabore actuellement en France, nous espérons pouvoir dans un avenir prochain, publier chaque mois un fascicule spécial consacré à la nomenclature et à l'analyse de tous les travaux et ouvrages relatifs à la physique.

Nous ferons également une grande place à une autre forme de documentation, particulièrement utile à une époque de travail intensif où les résultats s'accumulent et où les points de vue se modifie si rapidement : celle des exposés d'ensemble et des mises au point de questions importantes et actuelles.

Nous faisons appel à la bonne volonté de tous pour nous aider à fortifier le lieu que la Société française de Physique voudrait établir ici entre ceux qui ont l'amour de notre science.


## RÉDACTION ET ADMINISTRATION

**Directeur scientifique** : M. P. Langevin, professeur au Collège de France.

**Directeur administratif** : M. J. Blondin, professeur au Lycée Rollin, directeur de la « Revue générale de l'Electricité »,

**Secrétaire de la Rédaction** : M. L. Brillouin, agrégé de l'Université, docteur ès sciences.

**Comité de Direction** : MM. P. Langevin, Léon Bloch, G. Danne, A. Guillet.

**Commission de Rédaction** : MM H. Abraham, Léon Bloch, J. Blondin, E. Bouty, M. Brillouin, M. de Broglie, A. Cotton, Mme P. Curie, MM. G. Danne, G. Darzens, Dunoyer, Ch. Fabry, Ch.-Ed. Guillaume, A. Guillet, P. Langevin, Ch. Maurain, J. Perrin, Rutherford, P. Weiss.

**Collaborateurs pour les analyses** : MM. Bancelin, Bauer, Boll, Broglie (L. de), Bruhat, Bruninghaus, Canac, Courtine, Croze, Dauvillier, Déjardin. Foch, Foex, Fortin, Fortrat, Girard (P.), Gorce (P. de la), Grumbach, Gutton, Guyot, Haché, Henriot, Job (P.), Jouaust, Labrouste, Letellier, Levaillant, Lugol, Mauguin, Mercier, Mouton, Pauthenier, Ribaud, Salet, Salles, Saphores, Sève, Soury, Tournier, Touvy, Villey, Wourtzel.

*Adresser la correspondance* : Pour tout ce qui concerne l'Administration (Abonnements, Vente au numéro, Publicité, etc.) à l'Administrateur, 12, place de Laborde, PARIS, VIIIe (Tél. : Wagram 90-34). Pour tout ce qui concerne la Rédaction (Articles, Analyses, Epreuves, etc.) au Secrétaire de la Rédaction, 10, rue Vauquelin, PARIS Ve.

12, place de Ladorde
PARIS (VIIIe

14

REVU

L'ÉL

A. M

VIL